SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS

CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 02/2016

PROCESSO STM Nº 000770/2015 – Concessão Linhas 5-Lilás e 17-Ouro

EDITAL DA CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 02/2016

ANEXO IX – VOLUME 2 – SISTEMAS E MATERIAL RODANTE

Linha 5 - Lilás

SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS

CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 02/2016

PROCESSO STM Nº 000770/2015 – Concessão Linhas 5-Lilás e 17-Ouro

EDITAL DA CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 02/2016

Sumário

1. INTRODUÇÃO

Neste documento são apresentadas as principais características dos sistemas e do material rodante em implantação na Linha 5 – Lilás, assim como as diretrizes técnicas que devem ser obedecidas pela CONCESSIONÁRIA na contratação de novos serviços e/ou fornecimentos para o empreendimento. Essas diretrizes tem o objetivo de garantir a compatibilidade de novos equipamentos e sistemas com os padrões de qualidade, conforto e segurança que serão oferecidos aos usuários.

Qualquer alteração em equipamentos e sistemas que não esteja contemplada e/ou venha a conflitar com os requisitos deste documento deve ser objeto de aprovação pelo PODER CONCEDENTE.

As diretrizes técnicas definidas neste documento são mandatórias e devem ser cumpridas pela CONCESSIONÁRIA.

Serão disponibilizados pelo PODER CONCEDENTE à CONCESSIONÁRIA todos os projetos executivos no status de “as built”, à medida que forem sendo concluídos.

2. GLOSSÁRIO

- AMV – Aparelho de Mudança de Via;
- ATC – Automatic Train Control (Controle Automático de Trens);
- ATO – Automatic Train Operation (Operação Automática de Trens);
- ATP – Automatic Train Protection (Proteção Automática de Trens);
- AUXBK - Sistema backup
- CBTC – Communication Based Train Control (Sistema de Controle de Trens Baseado em Comunicação);
- CBTC - Sistema de sinalização baseado em comunicação
- CC5 – Centro de Controle Operacional da Linha 5 – Lilás;
- CFTV – Circuito Fechado de Televisão;
- CMSP – Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô;
- GVS – Gate Violation (Violação de Bloqueios);
- ISM Band – Banda para fins industriais, científicos e médicos;
- LoS – Line of Sight (Linha de visada direta);
- MCP - Módulo de controle de Porta;
- OCS – Object Control (Controlador de Objetos);
- OVPD - Dispositivo de proteção contra sobre tensões
- PCC - Painel de Controle Central;
- PCD – Pessoa com Deficiência;
- PCM - Painel de Controle Manual;
- PDM - Porta Deslizante Motorizada;
- PEE - Porta Saída de Emergência;
- PFP - Porta Final de Plataforma;
- PFX - Painel Fixo;
- PSC - Painel de Controle Central das Portas;
- PSD - Sistema de Portas de Plataforma;
- RATO – Region Automatic Train Protection (Operação Automática de Trens de Região);
- RATP – Region Automatic Train Protection (Proteção Automática de Trens de Região);
- RLCT – Rede Local de Controle e Telecomunicacões;
- SAS – Sistema de Administração e Serviços;
- SCA – Sistema de Controle de Acesso;
- SCAP – Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros;
- SCC – Sistema de Controle Centralizado;
- SCE – Sistema de Controle de Energia;

- SCMVD – Sistema de Comunicações Móveis de Vídeo e Dados;
- SCT – Sistema de Controle e Regulação dos Trens (Vias e Pátios);
- SEA – Sistema de Equipamentos Auxiliares;
- SFP – Sistema de Fluxo de Passageiros;
- SIG – Sistema de Informações Gerenciais;
- SIMEA – Simulados de Treinamento de Energia, Auxiliares e Passageiros;
- SIMTR – Simulador de Movimentação de Trens;
- SPO – Sistema de Programação de Oferta;
- SSC – Sistema de Sinalização e Controle;
- SSE - Sistema de Suprimento de Energia;
- SSI - Interface de Comutação de Segurança ou Sistema de Segurança da Informação;
- TEE - Terra Externo Estrutural;
- TPD – Terminal Portátil de Dados;
- TV - Terra da Via;
- TWC – Train to Wayside Communications (Sistema de Comunicação Trem – Via);
- VATC – Vehicle Automatic Train Control (Controle Automático de Trem do Veículo);
- VATO – Vehicle Automatic Train Operation (Operação Automática de Trem do Veículo);
- VATP – Vehicle Automatic Train Protection (Proteção Automática de Trem do Veículo);
- WNRA – Wayside Networked Radio Assembly.

3. DESCRIÇÃO DO MATERIAL RODANTE E SISTEMAS EM IMPLANTAÇÃO

Neste item são apresentados os requisitos e algumas características do material rodante e sistemas que estão sendo implantados na Linha 5 – Lilás.

3.1 Material Rodante – Trem da Frota P

A nova frota de trens da Linha 5 – Lilás, que foi denominada de frota P, é constituída de 26 trens elétricos com alimentação em 1500 Vcc por pantógrafos, fornecidos pela CAF, em Contrato do ano de 2011.

O trem unidade básica é autônomo, bidirecional e composto de 6 carros articulados, sendo que os carros de extremidades do trem são denominados carros “A” e os intermediários de carros “B”. Os carros “A” têm cabine de condução na extremidade dianteira e os carros “B” são conectados por foles para circulação de passageiros nas duas extremidades e na extremidade traseira dos carros “A”.

O trem é tracionado por 22 motores elétricos de 185 kW, acoplados em cada um dos 2 eixos dos truques dos carros “A” e “B” através de engrenagens redutoras (relação de redução de 7,512:1), exceto em 2 eixos de um truque que estão livres de equipamentos de tração e de freio de atrito para instalação de odometria do sistema de sinalização. Em razão de diferenças de equipamentos instalados nos carros “B” o trem unidade apresenta a seguinte composição: “A-B1-B2-B3-B1-A”

A alimentação elétrica do trem unidade é feita através dos pantógrafos instalados no teto de cada carro, que recebem tensão de 1500 Vcc da catenária. A bitola da via permanente é de 1.435 mm. As características elétricas de alimentação do trem e equipamentos embarcados estão na tabela 3.1.1.

Caraterística	Valor
Composição	A – B1 – B2 – B3 – B1 – A
Propulsão	Elétrica
Tensão de alimentação nominal	1500 Vcc
Tensão AC	3x220/380 V CA, 60 Hz
Tensão bateria	72 Vcc

Tabela 3.1.1 – Características elétricas

As características de desempenho dos equipamentos de propulsão e frenagem elétrica e de atrito estão na tabela 3.1.2.

Caraterística		Valor
Velocidade máxima de serviço		80 km/h
Velocidade máxima de desenho		90 km/h
Aceleração inicial		1,12 m/s^2 (-0% +10%)
De 0 a 80 km/h		Em menos de 33 s
Desaceleração máxima de serviço	Freio de serviço	1,2 m/s^2 (-0, +20%)
	Freio de emergência	1,5 m/s^2 (-0, +20%)
Jerk		<= 1m/s^3

Tabela 3.1.2 - Características de desempenho em propulsão e frenagem elétrica e de atrito

A capacidade de transporte do trem para diversas condições de carregamento é apresentada na tabela 3.1.3.

		A	B1	B2	B3	B1	A	Total
AW1	Assentos	37	40	40	40	40	37	234
AW2	Assentos + 4 pas/m^2	170	184	184	184	184	170	1.076
AW3	Assentos + 6 pas/m^2	237	257	257	257	257	237	1.502
AW4	Assentos + 8 pas/m^2	303	329	329	329	329	303	1.922
AW5	Assentos + 10 pas/m^2	370	401	401	401	401	370	2.344

Tabela 3.1.3 – Capacidade de transporte.

As principais dimensões dos carros estão apresentadas na tabela 3.1.4.

Caraterística		Valor
Comprimento total da unidade entre extremos dianteiros (6 carros)		132.720 mm
Comprimento das caixas (com engates)	A	22.360 mm
	B	22.000 mm
Largura externa dos carros		2.800 mm
Altura máxima dos equipamentos do teto sobre a parte superior do boleto		3.776 mm
Altura da catenária mínima sobre a parte superior do boleto		3.960 mm
Altura da catenária máxima sobre parte superior do boleto		4.800 mm
Altura do piso sobre a parte superior do boleto		1.105 +/- 10 mm
Nº de portas por cada lateral do carro		4
Largura da porta de entrada		1.600 mm
Altura da porta de entrada		1.900 mm
Bitola		1.435 mm
Distância entre eixos truque (embasamento)		2.500 mm
Diâmetro da roda nova/usada		870/780 mm

Tabela 3.1.4 - Características dimensionais

3.1.1 Carrocerias dos Carros – Caixa

A carroceria do carro, denominado de “Caixa”, é uma estrutura monobloco fabricada com chapas de aço inoxidável tipo “austenítico” e soldadas com solda a ponto. A caixa é composta pelas estruturas laterais, cabeceiras (dianteira e traseira), estrado (chassi) e cobertura.

O estrado (chassi) é construído com vigas de aço inoxidável com reforços estruturais em aço tipo “corten” nas regiões de apoio dos truques e nas extremidades para suportar os esforços de tração e compressão através dos engates de ligação entre carros.

No carro “A” tem cabine de condução na cabeceira dianteira e um engate automático para acoplamento e reboque entre trens. A conexão mecânica entre dois ou mais carros para formação do trem é feita por engate semipermanente.

Acima dessa conexão, tanto nos carros “A” como nos carros “B”, há uma passagem entre os carros protegida com revestimento tipo sanfona, denominada de “gangway”, com largura de 1.520 mm e altura de 2.050 mm, com piso sem degrau, para circulação de passageiros entre os salões dos carros.

Cada carro tipo “A” ou “B” tem 4 portas em cada lateral com 1.600 mm de largura e 1.900 mm de altura e janelas na região entre as portas e nas folhas de portas. O vão das janelas, tanto das portas como das laterais, são fechados com policarbonato de espessura de 8 mm.

As folhas das portas são corrediças pelo lado interno ao carro. As folhas ficam embutidas, do tipo estojo, entre a lateral e o revestimento interno.

Todos os materiais utilizados no revestimento interno e do piso dos carros são do tipo chama não propagante e com baixa emissão de fumaça tóxica.

A extremidade frontal do carro “A” é revestida com uma máscara de fibra de vidro, contendo um para-brisa panorâmico e painel de destino em LED de alta intensidade.

Nos carros “A”, a cabine de condução tem uma porta de acesso exclusivo em cada lateral do carro além de uma porta entre a cabine e salão de passageiros. A cabine de condução dispõe de uma console com as alavancas de comando de propulsão e freio, painéis de instrumentação, indicações de estado e alarme, além de imagens das câmeras de CFTV, apresentadas em telas de monitores do tipo LCD.

Na cobertura de cada carro “A” ou “B” está instalado um pantógrafo e 2 conjuntos de ar refrigerado.

Os corrimãos e balaústres estão fixados no teto e nas laterais dos carros. A posição e altura foram dispostas para conforto dos passageiros em pé. A distribuição de bancos e balaústres possibilita a manobra e circulação de cadeirante ao longo do carro, inclusive nas passagens entre carros.

A iluminação principal e de emergência do salão de passageiros são por lâmpadas de LED de alta intensidade.

3.1.2 Truque

A caixa (carroceria) do carro está apoiada sobre dois truques. O truque é uma estrutura feita em aço carbono, apoiada em dois rodeiros (eixo com rodas nas pontas), onde estão instalados os motores elétricos de propulsão e mecanismos de freio de atrito. Os truques são fabricados pela CAF. Os motores de tração estão ligados aos eixos através de redutores de velocidade e acoplamento flexível de aço.

O conjunto de mecanismo de freio é composto de cilindro (pistão) de acionamento, pinças (alicate) e sapatilhas de freio que atua no disco de freio, sendo 2 conjuntos por eixo.

As rodas de aço são montadas no eixo do lado interno em relação e estrutura do truque e os discos de freio são montados no corpo das rodas. O diâmetro da roda nova é 870 mm e a carga máxima por eixo é de 16 ton.

A suspensão primária é composta por quatro molas de borracha por eixo, tipo sino, sendo duas molas ligando cada mancal de rolamento do eixo com a estrutura do truque.

A suspensão secundária é composta por duas bolsas de ar e dois amortecedores verticais entre a estrutura do truque e a base de apoio do chassi do carro. A válvula de nivelamento do truque mantém a altura do piso constante em relação à plataforma da estação, independente do carregamento do carro.

3.1.3 Propulsão e Frenagem Elétrica

O equipamento de propulsão e frenagem elétrica de cada carro é composto por uma lógica de comando, um inversor estático do tipo VVVF ("Variable Voltage Variable Frequency") com semicondutores de potência do tipo IGBT ("Isolate Gate Bipolar Transistor"), motores de tração do tipo indução assíncrono e resistores de frenagem. Um disjuntor extra-rápido na entrada do circuito de alimentação abre para realizar a proteção contra sobre carga e sobre tensão. Os equipamentos de propulsão e frenagem elétrica são fornecidos pela fabricante MELCO.

A lógica de controle é microprocessada, convertendo os sinais de comando de tração e freio que é gerado pelo posicionamento das alavancas de comando (em modo de condução manual) ou do equipamento de comando do sistema de sinalização de bordo (em modo de condução automático ATC/CBTC) em comandos aos inversores VVVF para controle das correntes dos motores de tração.

A frenagem elétrica é do tipo reostática e regenerativa e os resistores de frenagem tem capacidade de dissipar toda energia cinética do carro a partir da velocidade máxima até a parada total, quando a linha não é receptiva para recuperar a energia regenerada pelos motores de tração funcionando como gerador.

O equipamento está dimensionado para atender os requisitos de desempenho estabelecidos para todas as condições velocidade e carregamento de carro vazio até lotado com 8 passageiros em pé por m², tanto em propulsão como em frenagem elétrica.

3.1.4 Freio de Atrito e Antideslizamento

O equipamento de freio de atrito e antideslizamento de cada carro são compostos de lógica de controle, unidade de controle pneumático e válvula de controle antitravamento de freio de atrito (ABS). Os equipamentos de freio de atrito e antideslizamento são fornecidos pela fabricante KNORR.

A lógica de controle é microprocessada e converte os sinais de comando de freio que é gerado pelas alavancas de comando ou do equipamento do sistema de sinalização de bordo para comandar para a unidade de controle pneumático que controla a pressão nos quatro cilindros de freio de atrito do carro.

A unidade de controle pneumática opera no controle do freio de atrito para aplicação do freio de serviço e no controle da pressão do cilindro de freio para evitar o travamento e consequente

deslizamento das rodas. A aplicação do freio de emergência por ser do tipo de segurança é feita por comando direto nas válvulas magnéticas de emergência.

O equipamento está dimensionado para atender os requisitos de desempenho estabelecidos para todas as condições velocidade e carregamento de carro vazio até lotado com 8 passageiros em pé por m², tanto em frenagem de serviço como em frenagem de emergência.

3.1.5 Controle de Portas

O equipamento de controle eletrônico das portas laterais de entrada e saída de passageiros recebe comandos de abertura e fechamento originados nas botoeiras da cabine de condução ou do equipamento do sistema de sinalização de bordo. Os equipamentos de controle e mecanismos de portas são fornecidos pela fabricante FAIVELEY.

Os sinais de comando são processados e intertravados com velocidade do trem de modo a comandar com segurança o motor elétrico de acionamento do fuso do mecanismo de abertura e fechamento das folhas de portas do salão de passageiros.

O conjunto da suspensão das folhas de porta, trilho guia e mecanismos de acionamento estão instalados acima do quadro de batentes da porta, dentro de um painel com tampa de fácil acesso. Cada porta é equipada com um travamento mecânico com sensores, monitorando as posições de fechamento e travamento das portas. Cada porta também é equipada com dispositivos de liberação interna e externa e um mecanismo de isolamento da porta.

Os sinais dos sensores das folhas de portas são intertravadas com o sistema de propulsão de forma a impedir a movimentação do trem com as portas abertas.

3.1.6 Ar Refrigerado

O equipamento compacto de ar refrigerado tem a finalidade de climatizar o salão de passageiros e possui as funções de ventilar e de refrigerar o ar do interior dos carros. Cada carro possui dois equipamentos de ar refrigerado com dois circuitos independentes de refrigeração. Dessa forma, caso haja falha em um dos circuitos, o outro mantém pelo menos 50% da refrigeração funcionando.

O equipamento é dividido internamente em dois compartimentos. O compartimento do condensador onde o gás passa pelo compressor tipo “scroll” e depois condensado em líquido refrigerante através da troca de calor com o ambiente externo. O outro compartimento é do evaporador, onde é realizado o resfriamento do ar que circula no salão de passageiros.

Os equipamentos de ar refrigerado são fornecidos pela fabricante MERAK.

O ar refrigerado é insuflado nos dutos instalados no teto do carro e distribuídos ao longo do salão de passageiros através de grelhas localizadas junto às luminárias.

Os motores do equipamento de ar refrigerado são alimentados em tensão de 380 Vca e a lógica de controle do ar em tensão de 72 Vcc. A potência de refrigeração de cada equipamento é de 41 kW.

No caso de falta de energia da catenária, um inversor de emergência ligado na tensão de bateria alimenta os motores dos ventiladores em tensão de 380 Vca para garantir uma ventilação de emergência no salão de passageiros por cerca de 30 minutos.

3.1.7 Suprimento Elétrico de Ar Comprimido

O suprimento elétrico auxiliar do trem é fornecido por 4 conversores que transformam a tensão de 1.500 Vcc para 380 Vca (60 Hz) e 72 Vcc. A tensão de 380 Vca alimenta os motores auxiliares dos compressores de ar comprimido, do ar refrigerado e motores dos ventiladores. A tensão de 72 Vcc além de carregar as baterias alimenta os equipamentos de comando, iluminação dos carros. Os conversores estão instalados nos carros “B”. As baterias são alcalinas e estão nos carros “B1”.

O suprimento de ar comprimido por 4 conjuntos formado por um compressor de ar do tipo pistão, secador de dupla câmara e reservatórios de ar. O motor do compressor é do tipo indução assíncrono. O ar comprimido é utilizado nas bolsas da suspensão secundária e nos cilindros de freio de atrito. Os equipamentos de suprimento de ar comprimidos estão instalados nos carros “A” e carros “B2” e “B3”. Os equipamentos do suprimento de ar comprimido são fornecidos pela KNORR.

3.1.8 Vídeo-vigilância, Comunicação e Informação aos Passageiros

O trem tem quatro câmeras de vigilância internas por carro no salão de passageiros e mais uma câmera na cabine de condução junto ao para-brisa para monitoração da via à frente do trem. As imagens das câmeras são gravadas de forma contínua sendo possível recuperar as imagens armazenadas das últimas 36h. Além disso, o trem dispõe de um gravador de imagens tipo “caixa preta” com capacidade de armazenar as imagens gravadas nas últimas 2h.

A comunicação de áudio entre o trem e o centro de controle (CCO) é feita através de rádio do SCMVD. A comunicação de dados e imagens das câmeras (vídeo) será feita através de transmissão tipo “wi-fi” banda larga. A transmissão de imagens das câmeras dos carros para o CCO e das câmeras da plataforma de estação para o trem será feita por demanda. O Sistema de Comunicação SCMVD e a interface com os equipamentos de bordo estão em implantação nos trens.

Os passageiros são informados e orientados através de mensagens de áudio por meio de alto falantes, visuais através de monitores de LCD e mapas de linha dinâmicos distribuídos no salão de passageiros. As mensagens de áudio podem ser por locução de voz no microfone da cabine ou pré-gravadas.

3.1.9 Detecção e Combate a Incêndio

O trem possui equipamento de detecção de incêndio (DI) e de combate ao princípio de incêndio por equipamento de água nebulizada com alta pressão para retardar a propagação do incêndio.

O trem dispõe de dois extintores portáteis por carro e mais um em cada cabine de condução.

3.1.10 Lubrificador de Flange de Rodas

O trem possui um equipamento de flange de rodas localizado no primeiro rodeiro de cada carro de cabeceira.

O sistema de monitoramento e controle do trem pulveriza um lubrificante biodegradável em ambas as rodas dianteiras do primeiro rodeiro por cerca de seis segundos e a cada 500 metros percorridos pelo trem.

3.1.11 Comando e Controle do Trem

Os sinais de comando e controle do trem são transmitidos através de rede de dados, enquanto que os sinais críticos que envolvem aspecto de segurança são transmitidos por cabos elétricos. O equipamento de comando e controle do trem processa os sinais provenientes das alavancas de comando do console ou do equipamento de sinalização de bordo, ao mesmo tempo apresenta os diagnósticos e alarmes dos principais equipamentos embarcados.

3.1.12 Equipamento do Sistema de Sinalização de Bordo

O equipamento de sinalização de bordo é o CITYFLO 650 da Bombardier que possui tecnologia CBTC. Maiores detalhes constam do item 3.2 deste documento.

3.2 Material Rodante – Veículos de Manutenção

Um total de 23 veículos de manutenção terra-via poderão ser equipados com o Sistema de Sinalização de Bordo simplificado o que permitirá que esses veículos sejam rastreados nas vias e pátios.

3.3 Sistema de Sinalização e Controle – SSC

O Sistema de Sinalização e Controle da Linha 5 – Lilás, que está em operação no trecho Capão Redondo – Adolfo Pinheiro e no pátio Capão Redondo, foi fornecido pela Alstom e é constituído por equipamentos de Intertravamento Microprocessado, denominado de CMTMUX, de ATO – Operação Automática de Trens, de ATC – Controle Automático dos trens e PCL - Postos de Controle Local nas estações.

Esse sistema está sendo substituído pelo Sistema CITYFLO 650 da Bombardier que emprega tecnologia CBTC – Communication Based Train Control, descrito nesse documento como Sistema de Sinalização CBTC.

O Sistema de Sinalização CBTC que está sendo implantado no trecho Capão Redondo – Adolfo Pinheiro e pátio Capão Redondo será expandido para o trecho Adolfo Pinheiro – Chácara Klabin e pátio Guido Calói, uniformizando, dessa forma, o controle de toda a Linha 5 – Lilás.

No presente item serão apresentadas as principais informações do Sistema de Sinalização CBTC CITYFLO 650, compreendendo sua arquitetura básica, seus principais componentes e suas funcionalidades.

O projeto do Sistema de Sinalização CBTC permite operar com grau de automação GoA2 (STO – Semi Automated Train Operation), conforme IEC-62290, e intervalo entre trens de 75 segundos, considerando 20 segundos de portas abertas e velocidade média superior a 35 km/h. Em função das características do leiaute da via nas regiões terminais de Capão Redondo e Chácara Klabin será garantido na manobra o intervalo entre trens de 90 segundos.

Para a operação com grau de automação GoA3 é necessária à instalação das Portas de Plataforma em todas as estações da Linha 5 – Lilás e a realização de algumas intervenções nas frotas de trem.

3.3.1 Arquitetura Básica do Sistema de Sinalização CBTC

A arquitetura básica do Sistema de Sinalização CBTC é apresentada na figura 3.3.1, onde podem ser observados os blocos denominados de RATP e VATP, responsáveis pelas funções de ATP – Automatic Train Protetion, os blocos RATO, VATO, responsáveis pelas funções de ATO – Automatic Train Operation e o bloco ATS – Automatic Train Supervision, responsável pelas funções de controle e supervisão avançadas do sistema. O bloco ATS será mais bem detalhado no item 3.4 – Sistema de Controle Centralizado.

Conforme mencionado, as funções de segurança são realizadas por meio de dois sistemas vitais no qual:

- O ATP de Região (RATP) realiza o processamento vital do sistema do CBTC e controla as comunicações de rádio e
- O ATP do Veículo (VATP) recebe autorização de movimento da RATP, calcula perfis de freios seguros para o trem e supervisiona a localização do trem, assim como a sua velocidade a fim de garantir que sua velocidade fique dentro de valores seguros.

Conectados aos sistemas RATP e VATP estão os sistemas não vitais, que garantem que as funções de segurança possam ser controladas e supervisionadas, sendo o:

- ATS responsável por garantir uma supervisão centralizada de todo o sistema e permitir o despacho de pedidos aos equipamentos relevantes. Além disso, fornece controle avançado de rota e regulação para operação automática do trem durante o serviço comercial;
- ATO de Região (RATO) responsável por garantir a operação automática dos trens com o monitoramento do status e dos alarmes do Sistema de Sinalização CBTC, bem como a transmissão das informações operacionais recebidas do sistema ATS (hora, cronograma, informação de regulação etc.);
- ATO do Veículo (VATO) responsável pelo controle automático da velocidade do trem conforme as metas de regulação, gerenciamento de portas nas estações e interface homem-máquina com o condutor.

Legend:
Existing equipment — Signals
Vital system — RATP
Human operator — Driver
External interface — 9
Internal interface — W

Videowall
Traffic Controller
Energy
Auxiliary
PIS
Passenger flow
Master clock
Comms
Central Control
CTC EBI Screen
SCADA
Existing CTC
Aux Backup
Copper cable
Platform Edge Doors
Doors
PED Controller
Ethernet
Region ATO
RATO
Local control EBI Screen
Traffic controller
PLC
Copper cable
Loop cable Ethernet
OC
RATP
Service personnel
PC
CFMS tool
Networked Radio System
Radio
Switch
LOS antennas
Radiax Cable
FEU
Field cables
2.4 GHz DSSS
Service personnel
VATC, Vehicle Automatic Train Control
LoS and Radiax Antennas
Coax
MDR
PC
PTU tool
RS-232
RS-485
VATP
Norming point reader
Pulse Sensors (on Gears)
Pulses
Doppler (Exist Trains)
VATO
VCU
Copper cable
MVB
Legacy antennas
Safety relays
Mitrac modules
MMI
ATP
2.4 GHz
Air gap ATP
Field objects
Norming points
Platform doors (PED) Emergency Stop
Track circuits Axle counters
Signals
Switches
Train position
Driver
Train route
Train
Driver
Revision 0

Figura 3.3.1: Arquitetura Básica do Sistema de Sinalização CBTC

Além desses subsistemas, existem as redes de comunicação de ATC de via e de radiocomunicação TWC (Train to Wayside Communications) e os equipamentos de campo (máquinas de chave, sinais, circuitos de via etc.).

A arquitetura das redes de comunicação do Sistema CBTC CITYFLO 650 é apresentada na figura 3.3.2 e tem os seguintes componentes principais:

- Sistema de Sinalização CBTC ao lado da via, com os subsistemas de processamento principais: ATP Regional (RATP) e ATO Regional (RATO);
- Controladores de objeto OCS gerenciados pelo RATP;
- Sistema de Transmissão de Dados (DTS);
- Sistema de Transmissão de Rádio (TWC), com base em banda de 2.4 GHz com antenas de Linha de Visada Direta (Line-of-Sight) em áreas abertas e no túnel;
- Portas de Acesso à Plataforma;
- Os sistemas ao lado da via incluem os sistemas RATO, RATP, OCS, PSD e TWC. Esses subsistemas são responsáveis pelo desempenho otimizado do sistema e as comunicações entre o trem e o lado da via. A informação flui entre a RATP e os subsistemas OCS por meio de DTS através da rede de controle central.

O sistema de Transmissão de Rádio tem como base ligações de fibra entre o gabinete Central da Rede de Rádio e a Rede de Rádios do Lado da Via em cada região.

O subsistema RATP utilizará um conjunto de equipamentos controladores de objetos (OCS) distribuídos nas estações e pátios que fará a leitura de todas as entradas e saídas vindas dos objetos do lado da via e comunicará essas informações de volta, via conexão de fibra ótica. Entradas e saídas típicas são: aspectos de sinal, máquinas de chave, circuitos da via, contadores de eixos, Portas de Plataforma – PSD, etc.

Além desses componentes, há os pontos de Normatização (Norming Points) ou balizas, distribuídos ao longo de toda a linha, que possuem dados pré-armazenados que são transmitidos ao trem quando este passa sobre a baliza. Os dados transmitidos das balizas ao trem são referências absolutas de posição que permitem a correção dos erros de posicionamento calculados pelo VATC.

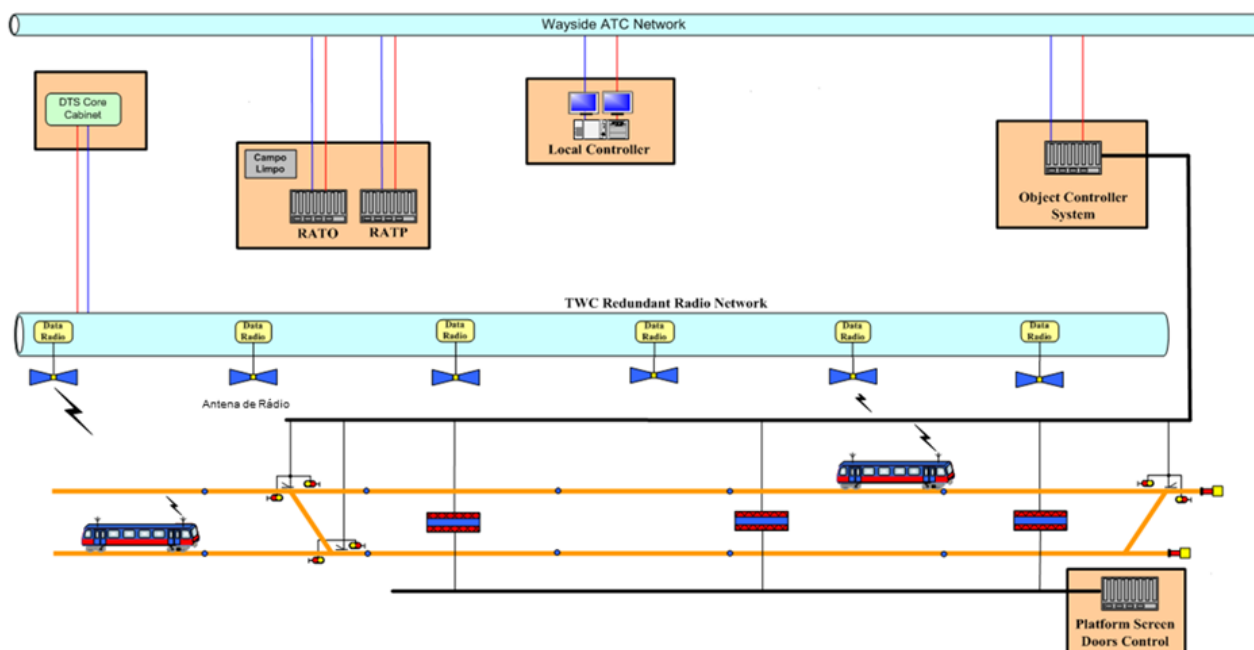



Figura 3.3.2: Arquitetura da Rede de Comunicação de Via

3.3.2 Descrição do Sistema de Sinalização CBTC

O Sistema de Sinalização CBTC da Linha 5 – Lilás foi subdividido em três regiões de controle (RATP/RATO) sendo:

– A região 1 abrangendo o trecho entre a estação Capão Redondo e a plataforma de Alto da Boa Vista, inclusive pátio de Capão Redondo;
– A região 2 abrangendo o trecho entre a estação Alto da Boa Vista e os finais de via de Chácara Klabin;
– A região 3 abrangerá o pátio Guido Caloi e as vias de interligação à via principal.

Os equipamentos RATP e RATO das três regiões são instalados na sala técnica da estação Campo Limpo e controlam os trens que estão dentro de suas respectivas regiões. Nesse local também há um servidor de contingência do Sistema de Controle Centralizado e uma estação de trabalho para auxilio das equipes de manutenção e que permite também o controle de todas as regiões da Linha 5 - Lilás.

Os equipamentos Controladores de Objeto (OCS) são instalados nos pátios e em quase todas as estações da linha. Para as estações Campo Belo, AACD Servidor e Santa Cruz não é prevista a

instalação de equipamento OCS, pois há poucos pontos de entrada e saída que são supridos por estações adjacentes.

O controle e a supervisão das funcionalidades do Sistema CBTC, além de ser realizada pelas IHM (Interface Homem Máquina) do Sistema de Controle Centralizado, podem ser realizados por Postos de Controle Local - PCL que controlam regiões determinadas da linha. Estes PCL são instalados nas salas técnicas das estações onde há equipamentos para controle das regiões de intertravamento e na estação Campo Limpo, onde estão instalados os equipamentos do RATP e RATO.

Para conectar todos os equipamentos do Sistema de Sinalização CBTC há um Sistema de Comunicações de Dados distribuído nas estações, pátios e Centro de Controle. O Sistema de Comunicação de Dados consiste no Sistema de Transmissão de Dados (STD) do ATC e no Sistema de Transmissão de Dados do TWC (Train Wayside Communication), fornecendo suporte principal, bidirecional, seguro e confiável para os equipamentos do ATC.

O sistema de Comunicação de Dados consiste nos seguintes componentes principais:

I. ATC - Sistema de Transmissão de Dados (STD):

   O STD do ATC é a Rede de Transmissão Automática dos Dados de Controle dos Trens. Essa rede fornece um canal privado de transferência de informações para o ATC com taxas de velocidade muito altas. Essa rede fornece um canal de comunicações privado, seguro e redundante a partir do OCS das estações. Ela também fornece um canal informativo para sistemas de terceiros.

II. Sistema de Comunicação Trem-Lado da Via (TWC):

   O STD do TWC é a Rede de Transmissão Automática de Dados do Trem para o Lado da Via. Essa rede fornece um canal privado de transferência de informações para as informações de Sinalização do TWC com taxas de velocidade muito altas. Essa rede fornece um canal de comunicações privado, seguro e redundante a partir dos equipamentos do ATC, tais como RATPs para os equipamentos ATC instalados a bordo. A transmissão desses dados é possibilitada pelo uso de ambos os equipamentos de STD do ATC e de radiocomunicação do TWC.

   O TWC para a Linha 5 – Lilás utiliza antenas de Linha de Visada (LoS) nas áreas abertas e nos trechos de túnel. O sistema TWC opera na frequência de 2.4 GHz para o CITYFLO 650. As comunicações de radiocomunicação são alcançadas por meio de bandas ISM de frequência aberta, com uso de rádios industriais e um protocolo customizado da Bombardier.

O sistema ATC do veículo é uma arquitetura redundante de duplo-canal, de verificação cruzada, usando princípios à prova de falhas. Para assegurar a segurança do sistema, duas CPUs leem independentemente as mesmas entradas e determinam a condição apropriada das saídas. Todas

as entradas e saídas são então verificadas em cruzamento por cada placa de CPU, para garantir que não possa ocorrer qualquer ponto único de falha não detectado. Todas as saídas relacionadas à segurança, ou são à prova de falhas no projeto ou são implementadas com arquitetura de dupla saída, de forma que uma única falha no hardware de saída não possa causar uma condição não segura.

Há dois conjuntos de equipamentos do ATC do veículo em cada trem para redundância de operação, sendo que o ATC do Veículo interage com outros sistemas a bordo do trem, tais como:

- Sistemas de Propulsão e Frenagem (por meio das linhas de trem);
- Portas dos Veículos (por meio das linhas de trem e da rede de barramento do trem);
- Sistema de Informações ao Passageiro (por meio da rede de barramento do trem, para os trens da frota P);
- Controladores Manuais (por meio das linhas de trem);
- Equipamentos Diversos do Carro (por meio das linhas de trem);
- Sistema de Monitoramento da Saúde (por meio da rede de barramento do trem, para os trens da frota P).

3.3.3 Descrição do Sistema de Comunicação Terra – Trem

O sistema de comunicação terra – trem pode ser visualizado como uma “caixa preta” onde a mensagem de dados de um formato específico é passada em ambas as direções, com rendimento e taxas de erro esperados. No sistema, o sinal é passado tanto como dados de banda base (Ethernet) ou em radiofrequência, operando no espectro de difusão de banda de 2400 MHz (ISM Band). As frequências selecionadas são específicas de acordo com o projeto e respeitando as normas vigentes.

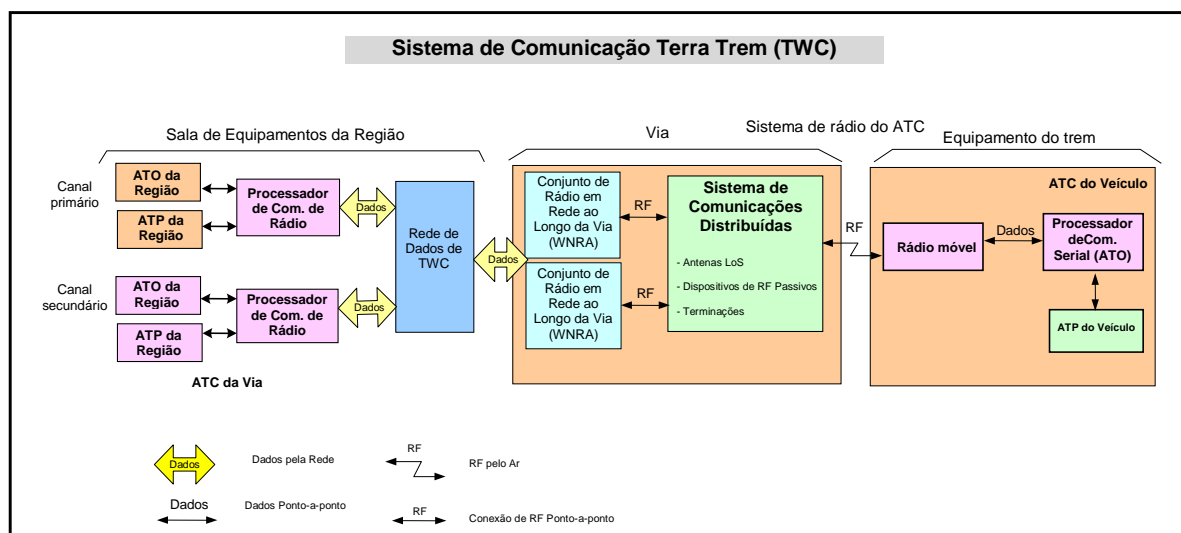



Figura 3.3.3: Diagrama de comunicação Terra – Trem

O Processador de Comunicação de Rádio (RCP) está no começo e no fim da viagem da mensagem pelo sistema do TWC. O RCP aglomera dados de seu respectivo computador do RATP em um pacote de dados do ATC. Esse pacote é enviado ao NRS/STD do Módulo da Rede de Rádio-Via (WNRA) para ser distribuído a todas as WNRAs localizadas na região de controle do RCP. As WNRAs enviam a mensagem de controle do trem por meio do link de radiocomunicação a ser recebido pelo rádio de dados móveis (MDR). O MDR que responde transmitirá seu buffer de resposta pelo link de radiocomunicação e o processo inteiro será repetido na ordem inversa.

O diagrama da Figura 3.3.4 mostra uma visão de alto nível dos principais componentes do sistema. Os dados de controle do trem são transmitidos por meio da rede de dados da via entre a sala de equipamentos e os rádios montados na via.

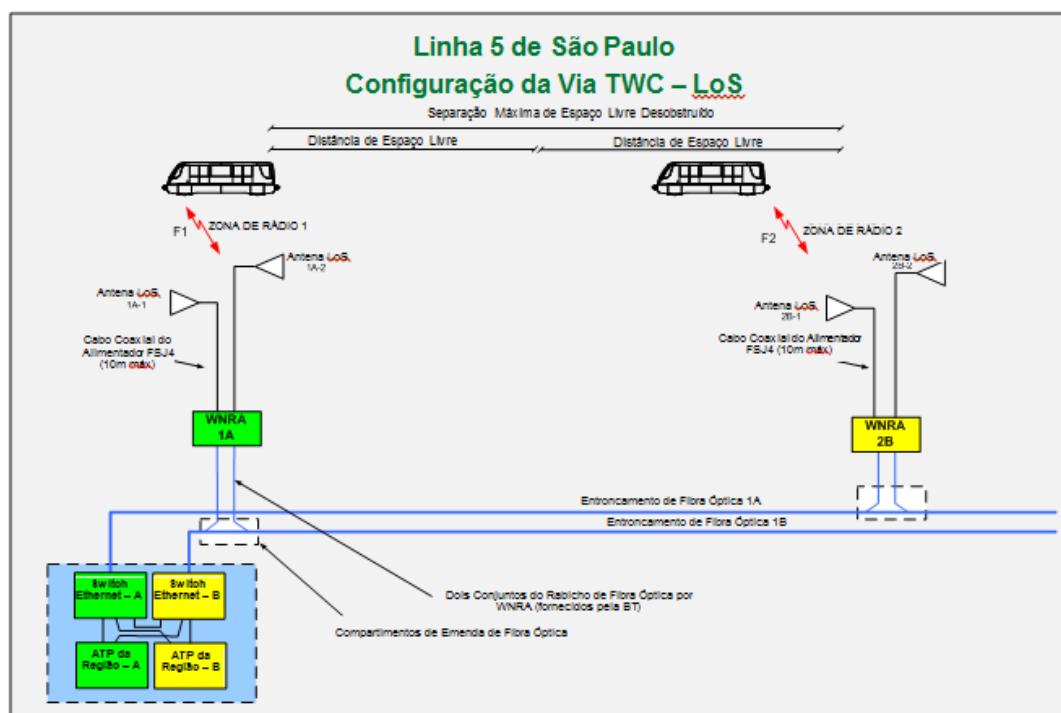



Figura 3.3.4 – Principais componentes da Comunicação Terra – Trem

O subsistema NRS fornece comunicação contínua entre todos os trens e os rádios da via.

Os rádios usados no sistema NRS não são compatíveis com a especificação IEEE 802.11. Diferentemente dos sistemas 802.11, o sistema de mensagem aérea não é feito com base em um endereço IP. Cada trem equipado com ATC tem dois endereços únicos da cabine no sistema, o qual é usado nos pacotes ATC entre a região e os ATCs. A transição entre zonas de rádio é realizada pelo equipamento ATC, não pelos rádios. O uso dos endereços de cabine em vez dos

endereços IP e a transição de rádios móveis de uma região de frequência para outra são feitos para aumentar o desempenho e o determinismo do sistema.

O núcleo da Rede de Transmissão de Dados está conectado a cada RATP. A rede de dados inclui os Conjuntos de Rádio em Rede ao Longo da Via (WNRA), que age como pontos de acesso de rádio (RAP) para comunicações do trem com a via.

O sistema da antena de rádio da via consiste nas antenas de linha de visão (LoS). Os dados de controle do trem são trocados entre os sistemas da via e do trem por meio desse link. O RATP é responsável pela formatação de todos os dados a serem transmitidos aos trens. Ele recebe informações do controle central por meio da RATO, e transmite os dados junto com seus próprios dados aos trens. O RATP também recebe todos os dados dos trens em sua região, distribuindo a parte pretendida para o RATO. O equipamento de Rádio a bordo inclui antenas LoS e MDR (rádio de dados móveis a bordo dos trens).

3.3.4 Principais Funcionalidades do Sistema de Sinalização CityFlo 650

As principais funcionalidades do Sistema de Sinalização CBTC Cityflo 650 que permitem a operação e movimentação automática dos trens ao longo da via principal e das vias dos pátios são apresentadas nos itens a seguir.

3.3.4.1 Detecção Secundária de Trens

A detecção secundaria de trens é necessária para a detecção de trens e veículos de manutenção em situações de degradação da comunicação terra – trem e de inicialização do sistema. Para a operação do trecho Capão Redondo a Adolfo Pinheiro a detecção secundária será provisoriamente realizada por meio de contadores de eixo na via principal e no Pátio Capão Redondo, enquanto que para o trecho entre as estações Adolfo Pinheiro e Chácara Klabin a detecção secundária já será realizada por circuitos de via. Quando da implantação do trecho Capão Redondo a Chácara Klabin toda a Linha 5 – Lilás terá detecção secundária de trens sendo realizada por circuitos de via, exceto nos pátios Capão Redondo e Guido Calói que terá contadores de eixo.

A utilização de circuitos de via na via principal permitirá também a detecção de trilhos partidos. A lógica de ativação da condição de trilho partido estará inclusa no software do subsistema RATP, que executa a lógica sobre os padrões de ocupação do circuito de via e combina esses padrões com as entradas de localização dos trens comunicantes para determinar potenciais incidentes de trilho partido. Ao detectar um evento de trilho partido, o RATP irá colocar uma restrição de velocidade zero no circuito de via correspondente e enviar esse status para o Sistema de Controle Centralizado. A restrição de velocidade zero será automaticamente removida, se o circuito de via se tornar desocupado.

3.3.4.2 Alinhamento de Rotas

O alinhamento de rotas automático estará disponível para trens comunicantes, sendo que para os trens não comunicantes, o operador do Sistema de Controle Centralizado deverá estabelecer a rota manualmente.

O RATO sempre associa duas grandes rotas para cada trem. Estas rotas estão pré-programadas no sistema e são automaticamente aplicadas pelo sistema de regulação. Também podem ser selecionadas pelo operador do Sistema de Controle Centralizado.

Em caso de queda do Sistema de Controle Centralizado, o RATO utiliza algumas rotas padrão para permitir a continuidade da operação automática dos trens. No caso de existir algum comando relacionado com a regulação de tráfego (trem retém, trem direto, plataforma fora de serviço, etc.), o subsistema RATO removerá todos eles, a fim de permitir que os trens continuem trafegando em toda a linha. Os comandos restritivos (bloqueio de saída, bloqueio de entrada, restrição de velocidade, interdição de circuito de via, interdição de máquina de chave) são mantidos na condição de degradação do Sistema de Controle Centralizado.

3.3.4.3 Cancelamento de Rotas

A rota será automaticamente removida após a passagem do trem ou se houver um comando de cancelamento enviado pelo operador do Sistema de Controle Centralizado. O comando de cancelamento sempre será aceito pelo sistema, fechando automaticamente o sinal. Em caso de trens comunicantes, a rota destravará quando o trem na área de approach reporte velocidade zero. Em caso de ultrapassar o ponto de conflito associado ao sinal, o trem será automaticamente autorizado a continuar, após a parada. Se tiver algum outro ponto de conflito ativo (máquina de chave sem verificação), ou alguma outra condição de segurança que impeça o trem continuar, o trem ficará parado até que a condição seja removida.

No caso de existir um trem na área de approach quando o comando de cancelamento foi enviado, o sinal tornara-se a vermelho e um temporizador de 60 segundo será estabelecido antes de destravar a rota.

3.3.4.4 Rota por Chamada

O estabelecimento da rota por chamada sempre está associado a um temporizador de 60 segundos, porém, o cancelamento é associado ao temporizador caso haja um trem (operação em bloco fixo) na área de approach. Se não houver trem na área de approach ou houver um trem em operação bloco móvel e parado, o cancelamento da rota é imediato realizado automaticamente pelo sistema.

A rota por chamada aplica uma restrição de velocidade zero nos circuitos de via até, e incluindo, o primeiro circuito de via ocupado. Se o primeiro circuito de via for em região de AMV, a velocidade

zero será imposta até o primeiro circuito de via fora da área de AMV. A velocidade zero implica o movimento em modo Manual do trem nessa área. As rotas por chamada não cancelam pela passagem de trem.

3.3.4.5 Rota Permanente – Comboio

As rotas permanentes não destravam pela passagem do trem. Se uma rota permanente for comandada pelo operador do Sistema de Controle Centralizado, o sistema irá automaticamente solicitar a reabertura do sinaleiro (aspecto amarelo) após ser fechado pela passagem do trem. Rotas Permanentes não são canceladas em caso de queda do Sistema de Controle Centralizado.

3.3.4.6 Proibição de Entrada nos Bloqueios

O comando de proibição de entrada nos bloqueios não permite rotas entrando sobre bloqueio de entrada, e se houver uma rota já alinhada esta será cancelada.

3.3.4.7 Proibição de Saída nos Bloqueios

O comando de proibição de saída nos bloqueios não permite rotas saindo desse bloqueio de saída, e se houver uma rota já alinhada esta será cancelada.

3.3.4.8 Interdição de Circuito de Via

O comando de interdição de circuito de via impede o estabelecimento de rotas sobre ele. O comando não será aceito pelo RATP em caso de existir uma rota travada através desse circuito de via.

3.3.4.9 Interdição de Máquina de Chave

A interdição de máquina de chave irá proibir o movimento da máquina de chave. Rotas ainda podem ser estabelecidas e os trens passarão normalmente por uma máquina de chave interditada.

3.3.4.10 Proteção Contra Violação de Bloqueio em AMV – GVS

A verificação de violação de bloqueio do AMV determina se qualquer trem não autorizado entrou na área do AMV. Se qualquer violação de uma máquina travada é detectada, os pontos de conflito associados à máquina de chave violada são ativados. No caso de entrada de um trem em modo Manual na área do AMV sem rota estabelecida, mas com as máquinas de chave em posição favorável, um alarme de GVS será ativado Sistema de Controle Centralizado.

3.3.4.11 Baixa Aderência

O subsistema RATP comunica aos equipamentos de bordo (VATP) o estado de aderência entre roda – trilho. Para a ativação da baixa aderência, o operador do Sistema de Controle Centralizado enviará o comando de baixa aderência nos circuitos de via afetados. Após receber o comando, o

RATP enviará a informação ao VATP, que reduzirá a taxa de frenagem e aceleração. A remoção da baixa aderência deve ser efetuada através de um comando crítico, sendo necessária a confirmação do operador do Sistema de Controle Centralizado. Em caso de falha do ATS (perda dos servidores principais e contingência) a aplicação da baixa aderência será automática no trecho de via em céu aberto.

3.3.4.12 Restrição Temporária de Velocidade

A função de restrição temporária de velocidade é uma redução no limite de velocidade de uma secção de via em relação à velocidade civil. Uma restrição de velocidade ativa se aplica a todos os trens comunicantes que são conduzidos nessa secção de via. Todas as restrições de velocidade são consideradas de segurança.

As restrições de velocidade podem ser aplicadas com os valores de 10, 20, 30, 40 km/h e 50 km/h, além da restrição Zero (0 km/h).

3.3.4.13 Inversão do Sentido de Movimento do Trem

Essa funcionalidade fornecerá recursos para a inversão do sentido de movimento do trem na via possibilitando a movimentação em sentido contrário ao anteriormente estabelecido, de acordo com os limites de movimento autorizados pelo sistema.

3.3.4.14 Retenção de Trem em Estações – Trem Retém

O controle de retenção de trem em uma estação permite ao operador reter o trem parado com portas abertas na estação até que o comando de Trem Retém seja removido. Se o operador do Sistema de Controle Centralizado enviar um comando de fechar portas, as portas vão fechar, mas o trem vai continuar retido na estação.

Além disso, a função possui mecanismos automáticos que permitem reter o trem em sua estação atual, caso não seja possível se deslocar para seu próximo destino, com base nas condições existentes no percurso. O RATO manterá as portas do trem e da estação abertas no caso de ativar a retenção automática.

3.3.4.15 Controle do Tempo de Parada na Estação

O tempo de parada na estação é determinado pelo RATO com base nos dados enviados pelo sistema de regulação. O RATO começa a contagem do tempo de parada na estação quando o trem reporta velocidade zero e portas abertas, e o sistema de portas de plataforma reporta portas abertas (apenas nas estações com portas de plataforma instaladas). O tempo de parada poderá ser modificado pelo operador do Sistema de Controle Centralizado.

O sistema RATO garante o tempo mínimo de 10 segundos de portas totalmente abertas na estação.

3.3.4.16 Passagem Direta do Trem pela Estação – Trem Direto

O comando de Trem Direto pode ser colocado em qualquer estação, exceto Adolfo Pinheiro, pelo operador do SCC. Quando um trem direto estiver ativo, os trens não param e continuam até a próxima estação onde o comando "Trem Direto" não estiver ativo. O comando de Trem Direto pode ser aplicado aos trens, indicando se o trem deve parar em todas ou nenhuma das estações ate o destino. Se a mascara do trem já estiver adentrado no circuito da plataforma, quando o comando de "Trem Direto" é solicitado, o trem não vai mudar seu destino, realizando a parada nessa estação.

3.3.4.17 Retorno Automático de Trens

O sistema prevê rotas automáticas para o retorno de trens nas terminais de manobra e em algumas estações da linha, do acordo com as grandes rotas programadas. Caso o operador do Sistema de Controle Centralizado desejar retornar um trem em outro ponto da linha, basta selecionar uma das grandes rotas pré-programadas.

3.3.4.18 Despacho e Recolhimento de Trens

Essa funcionalidade permite o despacho e recolhimento dos trens dos pátios de acordo com programação pré-determinada ou por meio de comando dos Postos de Controle.

O sistema possibilitará na sua configuração final o recolhimento e o despacho de trens automaticamente dos estacionamentos disponíveis ao longo das vias e nas vias de estacionamento automático dos pátios.

3.4 Sistema de Controle Centralizado – SCC

O atual Sistema de Controle Centralizado da Linha 5 - Lilás, em operação no Bloco F do Pátio Capão Redondo, responsável por controlar o trecho entre as estações Capão Redondo e Largo Treze e o Pátio Capão Redondo, está em fase de substituição devido à necessidade de atualização de tecnologia, decorrente da obsolescência de seus equipamentos; de compatibilização com a tecnologia CBTC, aplicada ao sistema de Sinalização; e de incorporação das novas estações do trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klabin e do Pátio Guido Caloi.

O novo Sistema de Controle Centralizado - SCC realizará a supervisão e o controle global do processo de transporte de passageiros, podendo comandar, monitorar e configurar equipamentos dos sistemas controlados instalados nas estações, vias, pátios e trens.

O SCC será responsável pela supervisão e controle da movimentação de trens nas vias principais, nos estacionamentos, despacho e recolhimento de trens nos pátios, sendo responsável também pela supervisão e controle da alimentação elétrica, dos equipamentos auxiliares, do fluxo de passageiros e da administração e serviços disponibilizados pelo SCC.

O SCC controlará o sistema de transporte enviando "comandos" para os equipamentos de campo, comandos estes definidos a partir de objetivos preestabelecidos (intervalos entre trens, tempos de parada em estações, momento de abertura dos disjuntores de alimentação elétrica, etc.). Eventos ocorridos no campo geram "indicações", que são transmitidas ao SCC. Estas indicações, em conjunto com os objetivos preestabelecidos, norteiam o controle efetivo do sistema de transporte.

O SCC possuirá características de sistemas de alta disponibilidade e confiabilidade e permitirá a supervisão e o controle de todos os sistemas a ele conectados. O SCC proverá automação de funções rotineiras, a fim de deixar os operadores livres para a realização de funções de estratégia e de comunicação.

A supervisão e o controle do processo de movimentação de trens serão exercidos, prioritariamente, a partir do SCC, permitindo a execução de todos os requisitos funcionais e operacionais. Porém, existirão recursos locais para exercer esse controle, dependendo de estratégias ou condição operacional do sistema.

O SCC é composto pelos seguintes sistemas:

- SCT - Sistema de Controle e Regulação dos Trens (Vias e Pátios);
- SCE - Sistema de Controle de Energia;
- SEA - Sistema de Equipamentos Auxiliares;
- SFP - Sistema de Fluxo de Passageiros;
- SPO - Sistema de Programação de Ofertas;
- SAS - Sistema de Administração e Serviços;
- SIMTR - Simulador de Movimentação de Trens;
- SIMEA - Simulador de Energia, Equipamentos Auxiliares e Passageiros;
- SSI - Sistema de Segurança da Informação;
- SIG - Sistema de Informações Gerenciais.

3.4.1 Sistema de Controle e Regulação de Trens

O SCT será responsável pela supervisão e controle da movimentação de trens nas vias principais, nos estacionamentos e nos pátios, assim como pelo despacho e recolhimento a partir de qualquer local em que os trens estejam mantendo informações de identificação e posição de todos os trens, controlando o destino dos trens e otimizando as zonas de manobras.

O SCT controlará a movimentação de trens por meio da programação de oferta, enviando comandos para os equipamentos de campo.

O SCT garantirá o controle efetivo do sistema de transporte por meio das informações de eventos ocorridos em campo e dos objetivos programados previamente para a operação de tráfego, gerando ações corretivas e preventivas sobre os desvios encontrados.

O SCT proverá automação de funções de movimentação de tráfego, a fim de deixar os seus operadores disponíveis para a escolha de funções de estratégia e de comunicação que serão aplicadas pelo sistema.

O SCT será o responsável pela distribuição e regulação de trens na linha, executando a programação de entrada e saída dos trens nas vias, pátios e estacionamentos, adequando e corrigindo desvios na distribuição dos trens, conforme programação de oferta estabelecida ao contexto operacional existente.

O SCT fornecerá um conjunto de recursos para contornar situações de anormalidade e degradação como, por exemplo, operação em via singela, sugerindo estratégias operacionais.

3.4.2 Sistema de Controle de Energia – SCE

A alimentação elétrica para a Linha 5 - Lilás origina-se na subestação primária, que recebe energia em 88 kV da concessionária, realiza uma primeira transformação de tensão e distribui esta energia em 22 kV para as estações e para os pátios.

A energia elétrica distribuída passa a alimentar duas outras subestações, a saber:

- Subestação Retificadora - alimenta o sistema de tração do trem. Esta subestação baixa e converte a tensão para 1500 Vcc;
- Subestação Auxiliar - alimenta o sistema de baixa tensão. Esta subestação abaixa (460Vca, 220/127Vca) e converte (125Vcc) a tensão a níveis compatíveis com os equipamentos da estação (escadas e esteiras rolantes, bloqueios, painéis, lâmpadas entre outros).

O SCE realizará a supervisão e controle da transformação e distribuição de energia elétrica (baixa, média, alta tensão e tração) e dos automatismos do sistema de energia.

O SCE supervisionará e controlará automatismos do sistema de energia, bem como monitorará e controlará o consumo e a demanda de energia elétrica do sistema de transporte.

Em caso de degradação do sistema elétrico, o SCE informará/sugerirá ao SCT contorno operacional.

3.4.3 Sistema de Controle de Equipamentos Auxiliares – SEA

O Sistema de Controle de Equipamentos Auxiliares realizará a supervisão e controle dos equipamentos de serviços auxiliares, atuando nos sistemas de ventilação principal, de ventilação das salas técnicas, de ar condicionado, de bombas, de detecção de incêndio e de iluminação utilizados nas estações, incluindo todo o trecho de via, a ponte estaiada e os pátios.

3.4.4 Sistema de Controle de Fluxo de Passageiros – SFP

O SFP realizará a supervisão e controle do fluxo de passageiros nas estações e nos trens, atuando

em escadas rolantes, elevadores e bloqueios, sendo também responsável pelo acompanhamento de Pessoas com Deficiência (PCD).

O SFP, por meio das informações enviadas pelo SCAP, registrará a lotação nas plataformas das estações, dado este a ser utilizado na regulação pelo SCT.

O SFP possibilitará a seleção e controle de câmeras para monitoração de passageiros, vias e equipamentos e será o responsável pela comunicação audiovisual com os usuários através de envio de mensagens escritas, mensagens de voz e vídeo.

3.4.5 Sistema de Programação de Oferta – SPO

O SPO será responsável pela programação de todos os eventos associados à regulação dos trens, executada pelo SCT, tais como viagens, entrada e saída de trens. Essa programação considerará as informações de demanda histórica de passageiros e dados da Matriz Origem/Destino para calcular a oferta de trens adequada ao carregamento de passageiros nos trechos de via, nos diversos períodos do dia.

O SPO considerará as características físicas e operacionais da linha, como tempos de manobra, tempos de parada, tempos de percurso, nível de conforto e disponibilidade de trens.

3.4.6 Sistema de Administração e Serviços – SAS

O SAS será responsável por permitir pesquisas "online" e "offline" das informações referentes aos sistemas controlados.

O SAS promoverá a geração e a difusão da lista de objetivos, de comandos, de avisos pré-programados e de parâmetros operacionais, incluindo o programa de oferta, ao Posto do SCT e aos Postos do SCE, SEA e SFP. Além disso, permitirá a administração das senhas, das versões de software e dos parâmetros operacionais de todos os sistemas que compõem o SCC.

O SAS permitirá a exportação das informações da base de dados para outras máquinas, internas ou externas ao SCC.

3.4.7 Simulador do Sistema de Controle de Tráfego – SIMTR

O SIMTR é uma ferramenta a ser utilizada para simulação, treinamentos e testes de versões do software do SCT e para testes de estratégias operacionais. Ele simula as funções do SCT, do SSC e dos trens e utiliza o programa de oferta para implementar funções de regulação.

Para atender a esses objetivos, o SIMTR implementará um conjunto de funções básicas, avançadas e de automatismo, conforme o Sistema de Sinalização e Controle (SSC).

O SIMTR tem como premissa retratar o comportamento da movimentação dos trens, observando os modelos físicos que descrevem a sua cinemática e o sistema de controle automático de trens.

O SIMTR irá se comportar de forma idêntica ao campo, respeitando sua lógica de funcionamento e seus tempos de ação, não havendo distinção, para os módulos funcionais do SCT, entre a comunicação com o campo ou com o SIMTR.

O SIMTR será capaz de reproduzir os acontecimentos entre o campo e o sistema central, por meio dos dados armazenados no sistema, possibilitando rever e analisar um determinado momento da operação comercial. Também será possível, por meio dele, criar cenários operacionais a partir de dados retirados do SAS ou da programação feita por seus operadores.

3.4.8 Simulador de Treinamento de Energia, Auxiliares e Passageiros – SIMEA

O SIMEA é uma ferramenta utilizada para simulação, treinamentos e testes de versões do software do SCE, SEA e SFP e para testes de estratégias operacionais.

Para atender a esses objetivos, o simulador implementará um conjunto de funções básicas, avançadas e de automatismo, conforme o sistema controlado.

O simulador tem como premissa retratar o comportamento dos equipamentos de campo, permitir mudar cenários de atuação e simular falhas.

O SIMEA irá se comportar de forma idêntica ao campo, respeitando sua lógica de funcionamento e seus tempos de ação, não havendo distinção, para os módulos funcionais do SCC, entre a comunicação com o campo ou com o simulador.

O SIMEA será capaz de reproduzir os acontecimentos entre o campo e o sistema central, por meio dos dados armazenados no sistema, possibilitando rever e analisar um determinado momento da operação comercial. Também será possível, por meio dele, criar cenários operacionais a partir de dados retirados do SAS ou da programação feita por seus operadores.

3.4.9 Sistema de Segurança da Informação – SSI

O SSI será responsável pelo controle das permissões de acesso à rede e aos dados do SCC, gerenciando as permissões de autenticação de usuário e execução dos aplicativos, privilégios e senhas.

O SSI gravará logs, comandos, atividades dos usuários, ações no sistema e atividades não autorizadas, de forma a facilitar o rastreamento.

O SSI gerenciará os serviços ativos, monitorando e verificando todos os elementos da rede via SNMP.

3.4.10 Sistema de Informações Gerenciais – SIG

O SIG será responsável pela interface entre o SCC e a rede corporativa. Disponibiliza, para a rede corporativa, informações operacionais e de desempenho do sistema de transporte. Além disso,

transfere, para o SCC, informações de programação de acesso, de Matriz Origem/Destino e parâmetros operacionais.

3.5 Sistemas de Telecomunicações

3.5.1 Sistema de Controle de Acesso – SCA

3.5.1.1 Descrição Geral

O Sistema de Controle de Acesso (SCA) está instalado na Estação Adolfo Pinheiro e será instalado nas demais localidades da Linha 5-Lilás. O Sistema de Controle de Acesso é responsável por gerenciar e controlar o acesso de pessoas nas estações, subestações, túneis de interligação, poços de ventilação e pátios. Este controle é obtido por intermédio do controlador de acesso conectado ao equipamento de identificação.

3.5.1.2 Características Técnicas e Funcionais

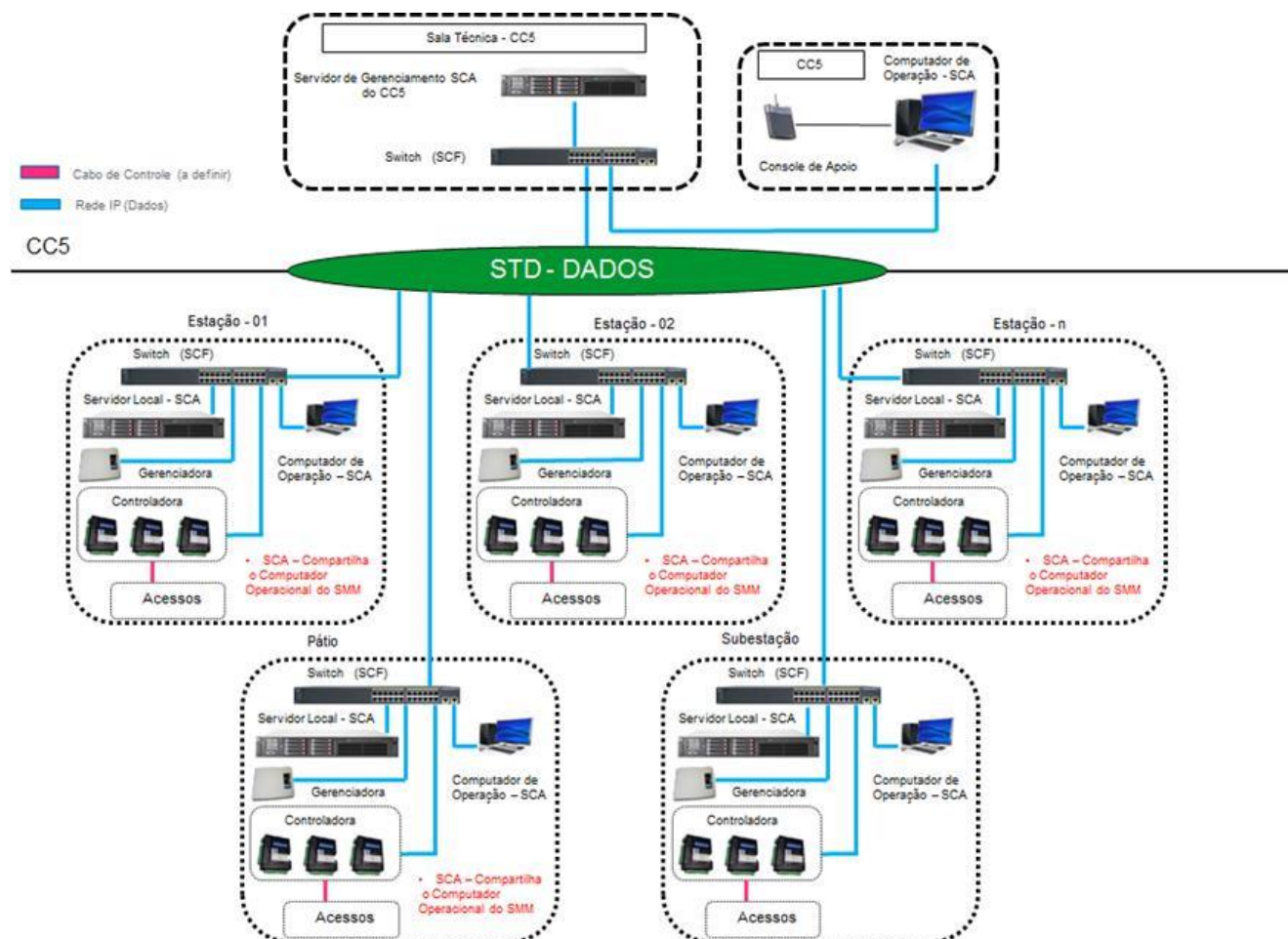



Figura 3.5.1 – Arquitetura típica do Sistema de Controle de Acesso

O Sistema de Controle de Acesso (SCA) é responsável pelo Controle de Acesso através de Servidores, IHMs, Dispositivos Leitores, Fechaduras eletromecânicas, softwares operacionais e aplicativos do Sistema de Controle de Acesso.

O controle e o registro das pessoas que transitam pelos ambientes controlados são gerenciados através do aplicativo (software) de gerenciamento e operação do SCA, permitindo ou não seu acesso através de critérios predeterminados, registrando a movimentação para o conhecimento absoluto de todas as informações a respeito das pessoas que acessam o local.

A versão cliente deste aplicativo (software) é instalada em cada computador operacional do SCA utilizado para operação do sistema de controle de acesso (um no CC5, um por estação, um por

pátio e um em cada Subestação Primária); o computador de operação do SCA também é utilizado para o SMM (Sistema Multimídia), para as estações e pátios.

A operação do sistema é realizada a partir do aplicativo instalado em cada um destes computadores ou através de página específica via web browser, de qualquer dispositivo que possua tal recurso e faça parte da rede local da estação/pátio/CC5; o serviço web para esta interface roda no servidor de gerenciamento central do CC5.

O SCA sincroniza a hora/data dos seus equipamentos (servidores, computadores operacionais, gerenciadoras e controladoras) utilizando a base do servidor horário do sistema (SMM), via protocolo NTP, utilizando como meio de transmissão a rede de transmissão de dados (SCF/STD) do Metrô.

O SCA é integrado com o Sistema de Controle Local (SCL), que recebe alarmes/status como: porta violada, sensor de porta com defeito, porta aberta, entre outros.

O SCA permite realizar configuração de acordo com a necessidade da operação e recebe comando pré-configurado como, por exemplo: abrir porta, fechar porta da estação etc. O comando é configurado de acordo com a real necessidade da operação.

3.5.2 Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros – SCAP

3.5.2.1 Descrição Geral

O Sistema de Controle de Arrecadação e de Passageiros (SCAP) é responsável pelo controle de acesso de usuários portadores de bilhetes e cartões, considerados válidos, entre a área livre e a área paga das estações e contagem para áreas de transferência. Este sistema deverá ser composto de bloqueios eletrônicos tipo tripé, com validador de bilhetes magnéticos tipo Edmonson e validador de bilhetes tipo smart card, equipamentos para o controle e a centralização de dados nas estações e no CC5, e a integração com os sistemas de controle local e centralizado.

3.5.2.2 Características Técnicas e Funcionais

CC5
Base de Dados e Servidor do CC5
IHM
Servidor de Bilhete Único
Switch (SCF)
CCO Vergueiro
Base de Dados e Servidor do CCO
IHM
Switch (SCF)
STD - DADOS
Legenda
Sinal digital
Rede IP(Dados)
* Os switches do SCF e o STD não fazem parte do escopo deste fornecimento
Estações - Trecho Adolfo Pinheiro - Chácara Klablin
Painel de Pictograma Aéreo
Switch (SCF)
*O Servidor do SCL não faz parte do escopo deste fornecimento
Bloqueios novos
Servidor da Estação
Servidor do SCL

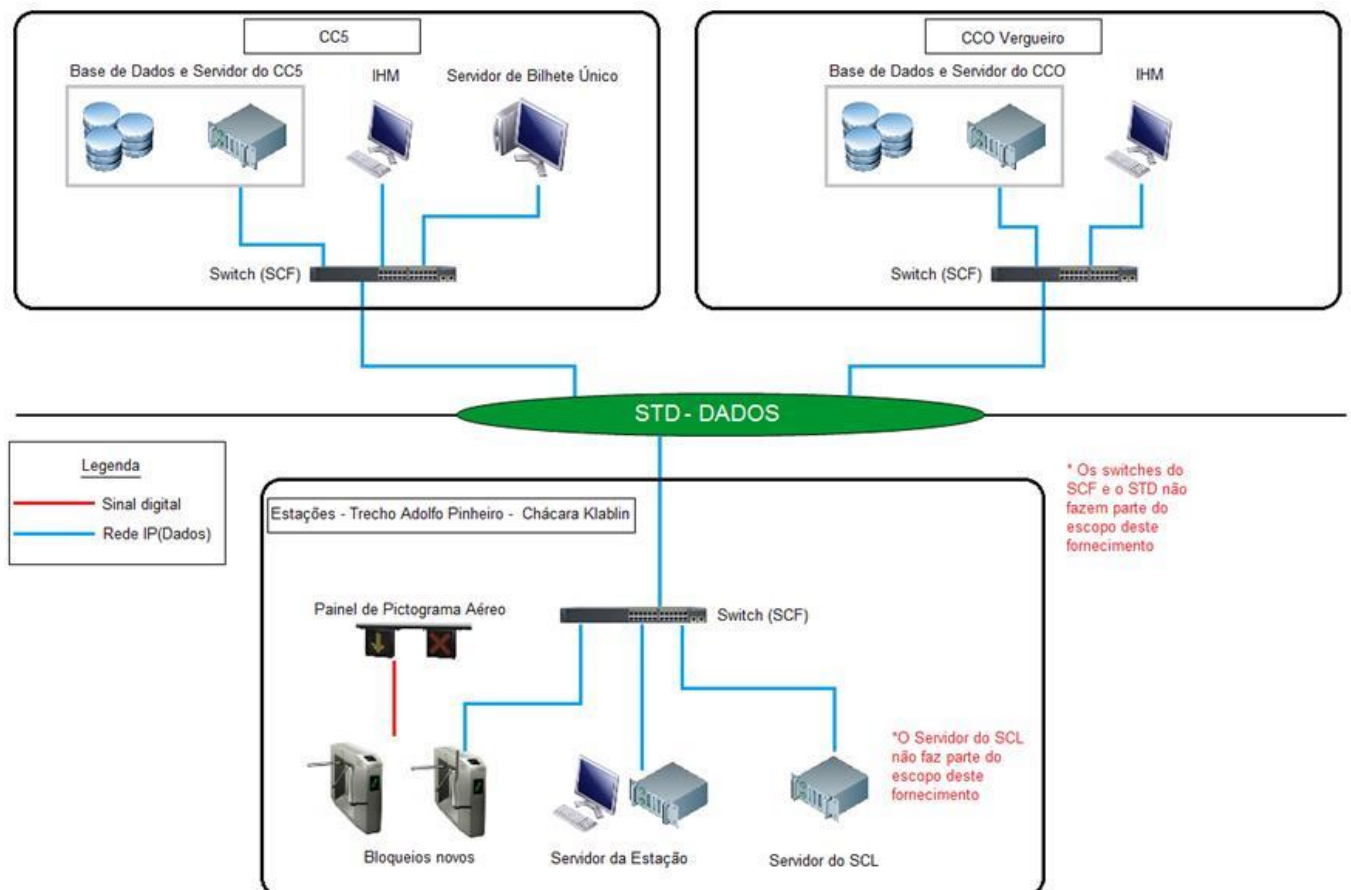



Figura 3.5.2 – Arquitetura do Sistema de Controle de Arrecadação e Passageiros

Nas estações existentes serão mantidos os bloqueios do tipo tripé existentes, de conexão serial RS485, bem como os seus validadores de cartão Smart (BU e BOM), além do seu concentrador, o CCS, que terá interface com o CC5. Também serão instalados painéis de pictograma aéreos sobre os bloqueios existentes, escopo esse sob responsabilidade do fornecedor do sistema novo do SCAP.

Nas novas estações serão fornecidos bloqueios do tipo tripé, de interface IP, bem como os validadores de cartão Smart (BU e BOM), e o Servidor Local que recebe os dados dos bloqueios, tanto de fluxo de passageiros, quanto de alarmes e indicações dos status. Além disso, esses bloqueios também contam com os painéis de pictograma aéreos, localizados acima deles.

O bloqueio é o elemento de estação que permite o controle de entrada dos usuários na zona de pagamento da estação; o modelo de bloqueio “tripé” para o novo sistema é composto pelos seguintes elementos: processador de Bilhetes Magnéticos tipo Edmonson; Leitor/Gravador de Cartões Sem Contato; CPU do bloqueio; Tripé; Display Alfanumérico; Pictogramas; Depósito de

Bilhetes; Sensor fotoelétrico de controle do passageiro; Buzzer; Switch e Contadores. Além destes componentes, o último bloqueio de uma linha será construído com o apoio de um Cofre de Extremidade (CE).

Os servidores locais realizam as seguintes funções: indicam através de uma interface gráfica o estado operacional de todos os equipamentos da estação; controlam remotamente os equipamentos mediante o envio de ordens ou alterações de modo; mostram os alarmes que possam ocorrer nos diferentes equipamentos; providenciam a interface com o SCL; estabelecem a ligação entre os equipamentos da estação e o servidor SCAP do CC5 para o troca de dados e configuração.

No CC5 e no CCO Vergueiro, serão fornecidos 2 servidores centrais (um por localidade) que concentrarão todos os dados recebidos dos servidores das estações novas e faz integração com o sistema existente do SCAP das outras linhas. Além disso, também é fornecido um servidor de Bilhete Único para tratamento de possíveis integrações com o SCAP existente.

Os servidores centrais do SCAP contém a base de dados e executam uma série de processos backend que permitem tanto a comunicação com os dispositivos de estação, como a parametrização e processamento das transações geradas pelos mesmos. Há também uma aplicação de IHM acessível por web, para ser utilizada nas estações de trabalho.

Nas estações Santa Cruz e Chácara Klabin existirão contadores de fluxos responsáveis pela contagem de usuários nas transferências entre as Linhas 1 e 5, bem como entre as Linhas 2 e 5. As informações relacionadas à contagem serão disponibilizadas no CC5 e CCO Vergueiro.

3.5.3 Sistema de Comunicações Fixas – SCF

3.5.3.1 Descrição Geral

O Sistema de Comunicações Fixas (SCF) é responsável pela disponibilização da Rede Local, Cabeamento Estruturado e serviços de Telefonia VoIP.

Consiste de uma rede convergente de voz, dados e imagens, baseada nos protocolos TCP/IP, denominada RLCT – Rede Local de Controle e Telecomunicações.

Os acessos às Concessionárias de Telecomunicações, Operadoras de Telefonia, ocorrem através de troncos telefônicos alocados nos Pátios.

3.5.3.2 Características Técnicas e Funcionais

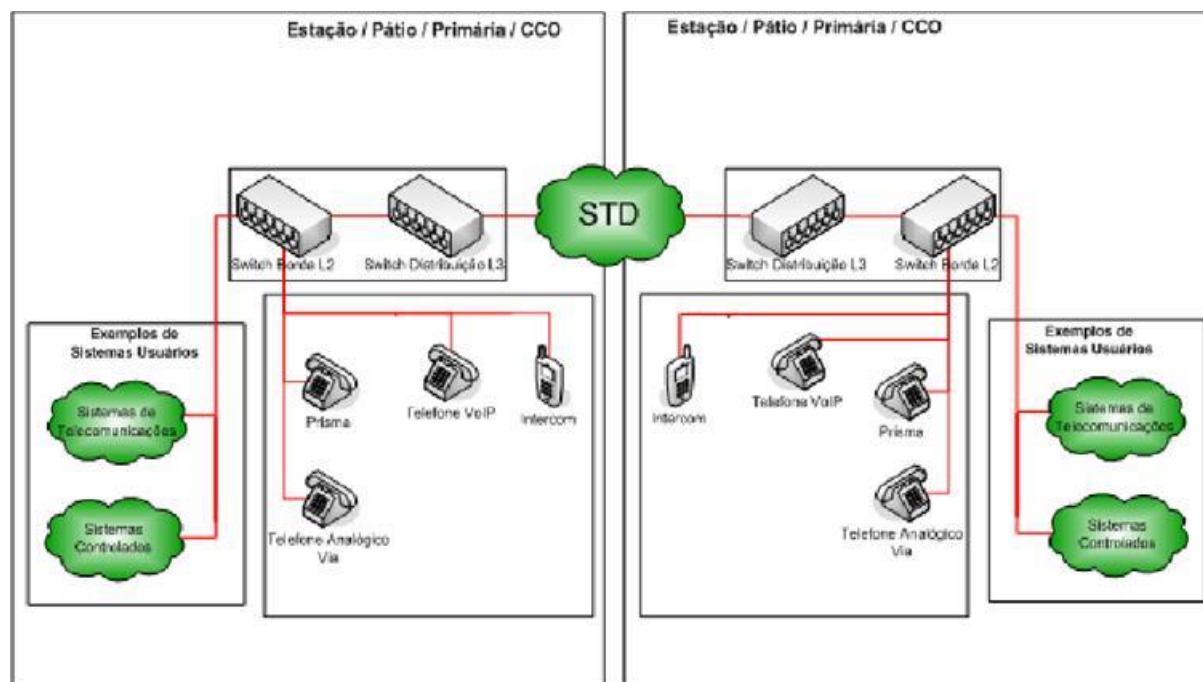



Figura 3.5.3 – Arquitetura do Sistema de Comunicações Fixas

A RLCT atende as necessidades de comunicações dos sistemas usuários por meio de interfaces ethernet. Os usuários da RLCT são:

- Sistema de Controle Local;
- Sistema Multimídia;
- Sistema de Monitoração Eletrônica;
- Sistemas Auxiliares;
- Sistemas de Energia;
- Sistema de Controle de Acesso;
- Sistema de Controle de Arrecadação e de Passageiros.

A RLCT, baseada nos protocolos TCP/IP, para voz, dados e imagem, é composta por switches de distribuição e switches de borda.

Os switches de distribuição da RLCT serão Layer 3, full duplex em todas as interfaces, com capacidade de configuração de VLANs, estando alocados nas salas técnicas e conectados ao STD por interfaces Gigabit Ethernet via fibra ótica monomodo.

Os switches de borda da RLCT são Layer 2, full duplex em todas as interfaces, com capacidade de configuração de VLANs, estando alocados tanto em salas técnicas quanto em outras áreas das

diferentes localidades, de acordo com as necessidades requeridas, e estão conectados aos switches de distribuição também por interfaces Gigabit Ethernet, via fibra ótica monomodo.

Para o atendimento aos sistemas usuários que necessitam de alimentação PoE, a RLCT disponibiliza interfaces Fast Ethernet dos switches de borda com interfaces apropriadas; neste caso, é utilizada fonte de alimentação externa a estes switches para que esta funcionalidade opere de forma adequada.

São configuradas sub-redes locais virtuais (VLANs) correspondentes a cada sistema usuário, de forma que haja independência entre os sistemas, e consequentemente, um não interfira em outro. As Sub-redes dos sistemas usuários para a determinação das VLANs são as seguintes:

- Sub-Rede do SCL;
- Sub-Rede do Sistema de Monitoração Eletrônica;
- Sub-Rede do Sistema de Controle de Acesso;
- Sub-Rede de Telefonia IP;
- Sub-Rede do Sistema Multimídia;
- Sub-Rede do SCMVD.

O roteamento utilizado na RLCT é realizado através de OSPF (Protocolo dinâmico), onde o controle de redundância e o tratamento do loop na rede são efetuados de forma automática.

Na RLCT há QoS nos switches de distribuição Layer 3 e nos switches de borda Layer 2, com intuito de viabilizar a qualidade de serviço para cada sistema usuário.

É configurada QoS nos aparelhos telefônicos IP, com priorização do tráfego de voz sobre o de dados, utilizando ToS/DSCP e atendendo aos padrões 802.1p/Q.

A RLCT dispõe um sistema de gerenciamento próprio a fim de apresentar um diagnóstico rápido e preciso, com destaque para as seguintes funcionalidades:

- Gestão de ativos;
- Visualização de múltiplas topologias;
- Visualização de hierarquia de rede;
- Visualização de status global e individual;
- Acesso protegido por senha.

Para a implementação da RLCT, são implementados cabeamentos estruturados nas diferentes localidades, utilizando cabos UTP Categoria 6 e cabos óticos monomodo.

O cabeamento estruturado da RLCT inclui bastidores (ATs) distribuídos em diversos pontos dentro de cada localidade.

São instalados pontos de rede de dados IP para atendimento aos sistemas usuários.

Nos Pátios são disponibilizadas as interfaces para interligações com as concessionárias de telecomunicações.

Nas vias, são instalados pontos de voz analógicos (tomadas telefônicas de via, utilizando conectores Plug Jack P10 estéreo fêmea) utilizando cabos telefônicos metálicos.

Para a Telefonia, é utilizado um sistema baseado em Telefonia VoIP. O Sistema contempla duas Centrais Telefônicas, uma em cada Pátio, que apresentam as seguintes funcionalidades: Implementação baseada em software, apresentando modularidade e flexibilidade de configuração e instalação; Protocolo de sinalização SIP; Conexão ao switch de borda por interface Fast Ethernet; Conexão à rede das Concessionárias de Telecomunicações, Operadoras de Telefonia; Gerenciamento e autenticação dos aparelhos telefônicos IP, intercomunicadores e softphones.

O Sistema prevê os seguintes elementos:

- Gateways IP-ATA para atendimento aos ramais analógicos;
- Softphones, que correspondem a ramais IP das Centrais Telefônicas VoIP, instalados nas IHMs do CC5 e nos TPDs pertencentes ao SCMVD;
- Intercomunicadores analógicos, destinados aos elevadores e totens de acessibilidade.

3.5.4 Sistema de Controle Local – SCL

3.5.4.1 Descrição Geral

O SCL é responsável pela supervisão e controle de equipamentos instalados nas estações, pátios e subestações.

Equipamentos que compõem o SCL:

- Concentrador de Dados;
- Supervisório SCADA.

O Supervisório SCADA é composto de hardware e software SCADA para controle dos subsistemas SMM, SCA, SCAP, Escadas Rolantes, Elevadores, Detecção de Incêndio, Ventilação Principal e Sistemas de Alimentação Elétrica.

O concentrador de dados tem a função de recebimento das informações dos diversos subsistemas da localidade, realiza a distribuição a todos os sistemas que necessitam destas informações, e realiza a lógica de hierarquia de comando e os automatismos de estação inteligente.

Os postos de controle em todas as localidades permitem acessos remotos aos mesmos, através do sistema de Remote Desktop do Windows.

O posto de controle no CC5 é composto de um servidor, uma workstation e 4 monitores.

3.5.4.2 Características Técnicas e Funcionais

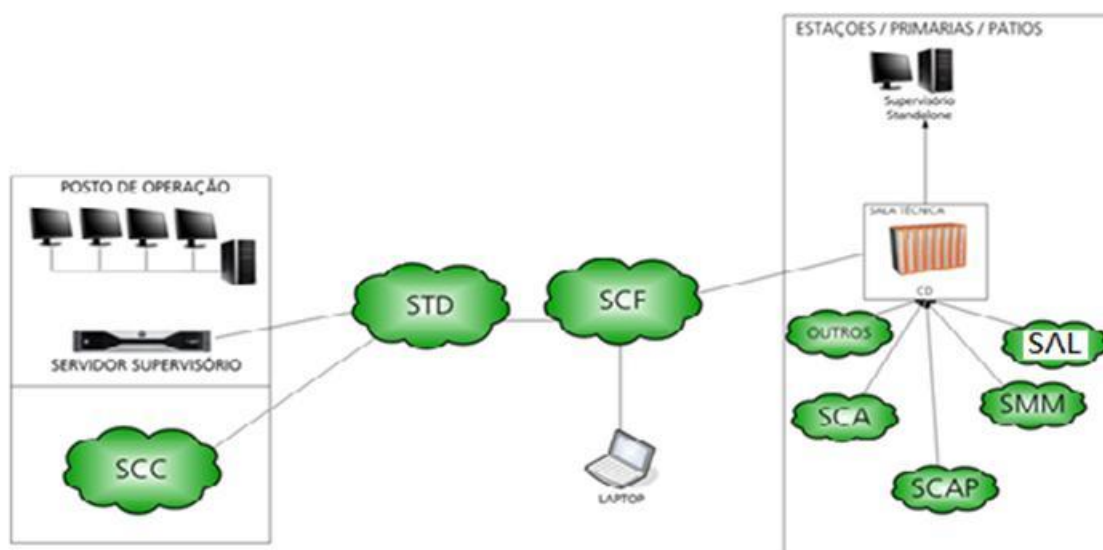



Figura 3.5.4 – Arquitetura do Sistema de Controle Local

O Concentrador de Dados é responsável pela concentração das informações dos subsistemas que são controlados nas diferentes localidades (estações, pátios e subestações).

O concentrador de dados é dotado de interfaces Ethernet para conexão com o SCF. Esta interface permite a comunicação com o supervisório do SCL, posto de controle do SCL no CC5.

O Concentrador de Dados viabiliza a comunicação com PLC's, executando as lógicas de automatismos permitindo o comando dos diferentes níveis hierárquicos.

A hierarquia de comandos entre SCL e SCC é definida pela lógica de programação implantada no concentrador de dados. Essa priorização pode ocorrer por subsistemas, por tipos de subsistemas e sua ativação e alteração podem ser realizadas por comando de operador, ou por ações automáticas ocorridas.

São implantados 3 modos de comandos, conforme a hierarquia:

- O primeiro é de monitoramento, inibidas as funções que permitem envio de comandos para o campo;
- O segundo permite o monitoramento e o envio de comandos para o campo sob requisição dos operadores;

- O terceiro permite o monitoramento e comandos automáticos dos equipamentos, através da ativação de lógicas locais de automatismo.

O concentrador de dados é composto de diversos cartões, como cartões de entrada e saída digitais, cartões de entradas analógicas, cartões de saídas analógicas, cartões de comunicação, fonte de alimentação e cartões de processamento.

O acesso aos concentradores de dados é realizado através de usuários previamente cadastrados no sistema. Esses usuários são configurados diretamente no equipamento.

Para cada localidade (exceto CC5) há postos de controle individuais do tipo stand alone. Eles serão responsáveis pela comunicação com os concentradores de dados, pela visualização de janelas e comandos aos equipamentos de campo através do CD. Os postos de controle são baseados em Sistema Operacional Windows.

No CC5 será instalado um posto de controle responsável por controlar todas as localidades. Esse posto é composto de uma servidor e uma workstation. Na workstation será instalado o software cliente do supervisório SCADA, que permitirá a visualização de estados e execução de comandos.

Em caso de falha no Posto de Controle Local, é possível o comando através do Posto de Controle do CC5.

O sistema supervisório permite a criação de usuários com diferentes níveis de acessos e permissões.

Essas permissões são armazenadas pelo sistema operacional, onde regras próprias para o Sistema Supervisório são criadas, e atribuídas aos usuários.

O Sistema Supervisório permite a criação de relatórios. Esses relatórios são elaborados acessando-se as informações dos dados obtidos pelo sistema supervisório.

Todos os computadores e servidores necessários no sistema serão configurados para sincronismo através de protocolo NTP, disponibilizado pelo SMM.

Os TPD's terão acesso às informações disponíveis dos SCLs das localidades. Seu acesso é feito em cada localidade individualmente, não sendo possível acessar mais de uma localidade simultaneamente.

3.5.5 Sistema de Comunicações Móveis de Voz e Dados – SCMVD

3.5.5.1 Descrição Geral

O SCMVD é responsável por fornecer os serviços de comunicações móveis de voz e dados aos empregados a serviço nas dependências da Linha 5, bem como os serviços de comunicações terra-trem de voz e dados aos equipamentos embarcados nos trens desta Linha.

O SCMVD tem cobertura nas seguintes localidades:

- Estações (salas técnicas, salas operacionais, acessos, corredores, subestações retificadoras (quando aplicáveis));
- Pátios (salas técnicas, oficinas e salas operacionais);
- Subestações Primárias (salas técnicas);
- Saídas de emergência;
- Trens e veículos de manutenção;
- CC5;
- Vias.

A estrutura física da rede sem fio utiliza a rede de dados do SCF, que por sua vez é conectada ao STD.

As redes terra-trem e a rede para atendimento aos dispositivos móveis são tratadas neste documento como “Rede de comunicações sem fio”.

3.5.5.2 Características Técnicas e Funcionais

O sistema é composto por softwares e pelos equipamentos descritos a seguir:

a) Acess Point sem fio

   Os acess points formam a rede de dados sem fio das Estações, Pátios, Subestações Primárias, saídas de emergência, Trens, CC5 e Vias.

b) Servidores

   Há servidores do software de comunicação por voz, software de gerência da rede de dados sem fio e software de autenticação.

c) IHM de gerenciamento

   A IHM de gerenciamento consiste de uma workstation a ser instalada no CC5 que permite o acesso aos servidores de gerenciamento e o servidor de comunicação de voz do SCMVD.

d) IHM´s de voz e dados dos Consoles de despacho

As IHM´s de voz e dados nos consoles de despacho do CC5 são equipadas com tecla Aperte Para Falar (APF), controles de volume, alto-falante, monitor, tela de controle, microfone e cliente do software de comunicação por voz.

e) IHM´s de voz embarcadas

IHM´s de voz e dados embarcadas nos trens e veículos especiais de via.

f) TPD´s

Os TPD´s (Terminais Portáteis de Dados), com sistema operacional Android, são equipados com softwares de visualização de telas gráficas, planilhas, textos, fotos e vídeos.

g) Servidor de Autenticação

Software para o serviço de autenticação de rede para os terminais do SCMVD.

h) Servidor de Gerenciamento

Software para o gerenciamento dos dispositivos da rede sem fio do SCMVD (a licença deste software está dimensionada para suportar o número de equipamentos fornecidos).

i) Software de comunicação de Voz

Software servidor para o serviço de comunicação de voz e softwares clientes para os TPD´s e IHM´s de voz e dados.

A rede de comunicações sem fio é baseada no protocolo IP usando equipamentos de rádio com tecnologia mesh.

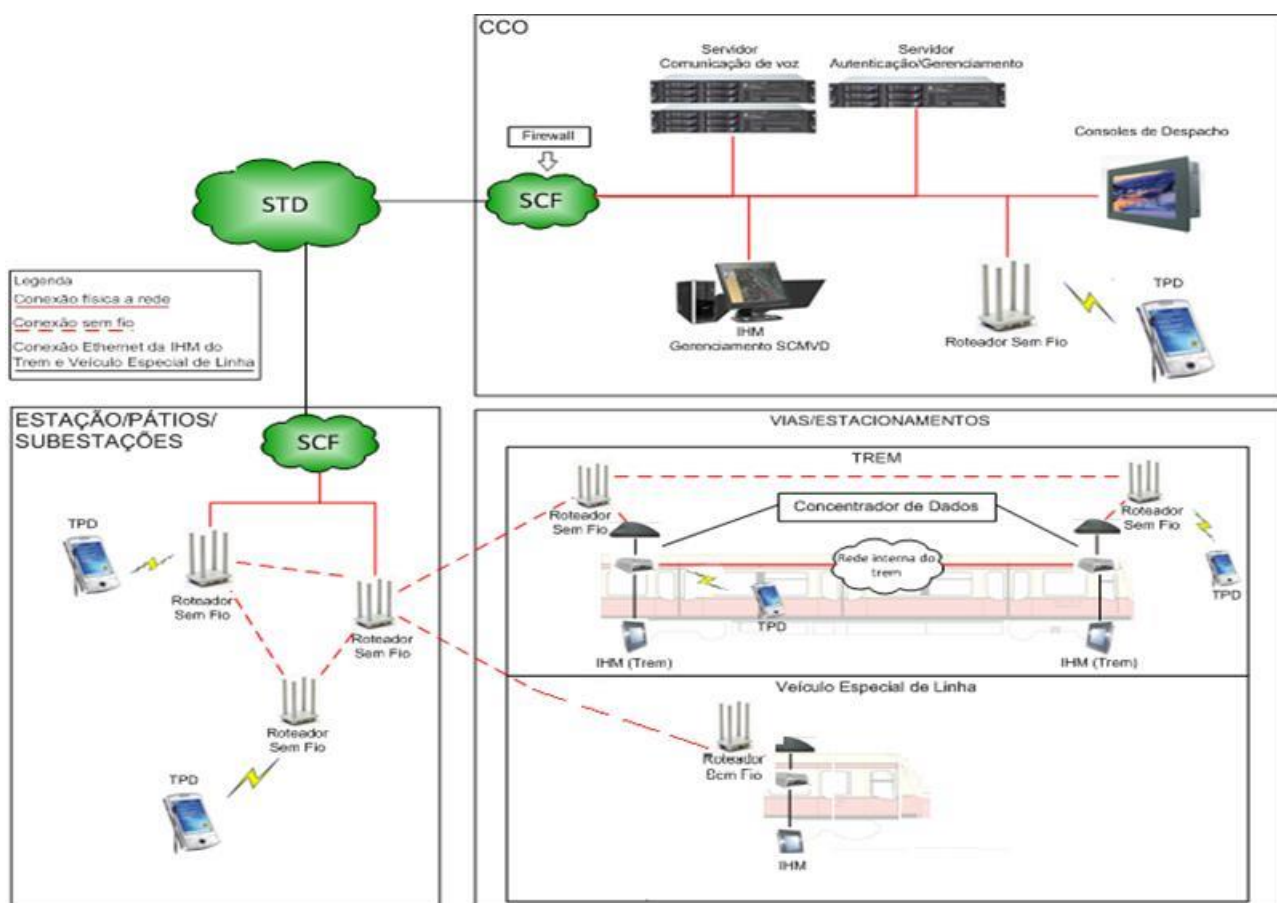



Figura 3.5.5 – Arquitetura do Sistema de Comunicações Móveis de Voz e Dados

Os roteadores sem fio são responsáveis pela conexão de rede, provendo desta forma um meio de comunicação para os dispositivos móveis.

Os roteadores sem fio utilizam tecnologia Wi-Fi em conformidade com padrão IEEE 802.11b/g.

Cada roteador sem fio permite configuração para operar em 2 modos, modo nó e modo gateway.

O modo nó permite a conexão dos terminais portáteis e a comunicação com os outros roteadores sem fio para encaminhamento dos dados até seu destino (se o destino também for um usuário que esteja nesta rede sem fio de roteadores) ou a um gateway.

O modo gateway além de permitir a conexão com os terminais portáteis e com os roteadores adjacentes permite também uma conexão ao SCF e, consequentemente ao STD, fazendo a interface entre este e a rede sem fio.

Para a construção da rede mesh, todos os roteadores sem fio fazem uso de um protocolo próprio capaz de verificar a rota de melhor conectividade até seu destino final, dentro da rede sem fio ou a um gateway.

Nos trens novos (fornecimento CAF) são instalados roteadores sem fio embarcados, que possuem a capacidade de se conectar aos roteadores sem fio em terra instalados ao longo da linha, assim como permitem a conectividade da rede sem fio aos dispositivos embarcados no trem, como TPD´s e IHM´s de Voz e Dados do Trem.

Os roteadores sem fio embarcados (instalados nas cabines dos trens) farão uso de antenas externas instaladas no topo de cada cabine da composição, e se conectarão a estes roteadores através de cabo coaxial.

Todos os roteadores sem fio da rede de dados sem fio do SCMVD serão compatíveis com protocolo SNMP v3.

O software de gerenciamento do SCMVD disponibiliza diagnósticos, relatórios de falhas e permite acesso remoto. O acesso às funções de gerenciamento é protegido por senhas, impedindo intervenções não autorizadas.

As seguintes funcionalidades são previstas:

a) Ramal Telefônico

   O sistema de comunicação de voz é baseado no protocolo SIP (Session Initiation Protocol).

b) Telefonia pública móvel

   Sistema operacional Android com GSM.

c) Usuários

   A lista de usuários e serviços disponibilizados é definida pelo gestor da operação/manutenção do sistema.

d) Grupos

   O Sistema permite a organização de grupos de chamadas

e) Mensagens de Texto

   O Sistema permite o envio e recebimento de mensagens de texto a partir dos TPD´s.

Os TPD´s estão equipados com aplicativo que permite a visualização de vídeo das imagens geradas pelas câmeras dos TPD´s. Todos os TPD´s e IHM´s de voz e dados exigem acesso através de senha para desbloqueio dos dispositivos (após isso pode ser necessário o uso de usuário e senha para as diferentes aplicações).

3.5.6 Sistema de Monitoração Eletrônica – SME

3.5.6.1 Descrição Geral

O SME funciona 24 horas por dia, sete dias por semana, realizando a monitoração através de câmeras distribuídas nas localidades a fim de permitir a visualização das estações, das subestações, dos túneis, das saídas de emergência e dos pátios.

O SME no trecho entre as estações Capão Redondo e Largo Treze, bem como no Pátio Capão Redondo, será integrado com o Sistema em implantação.

O SME é totalmente modular, pois permite a expansão e o crescimento do sistema inserindo-se mais equipamentos de entrada (câmeras). Caso ocorra essa expansão, deve-se atentar para que se expandam também os dispositivos responsáveis pela transmissão das imagens (switches (escopo SCF)) e equipamentos para armazenamento das imagens (storage).

As câmeras fixas e móveis têm recursos e qualidade suficientes para identificação das características fisionômicas dos indivíduos que trafegarão nas áreas de cobertura.

3.5.6.2 Características Técnicas e Funcionais

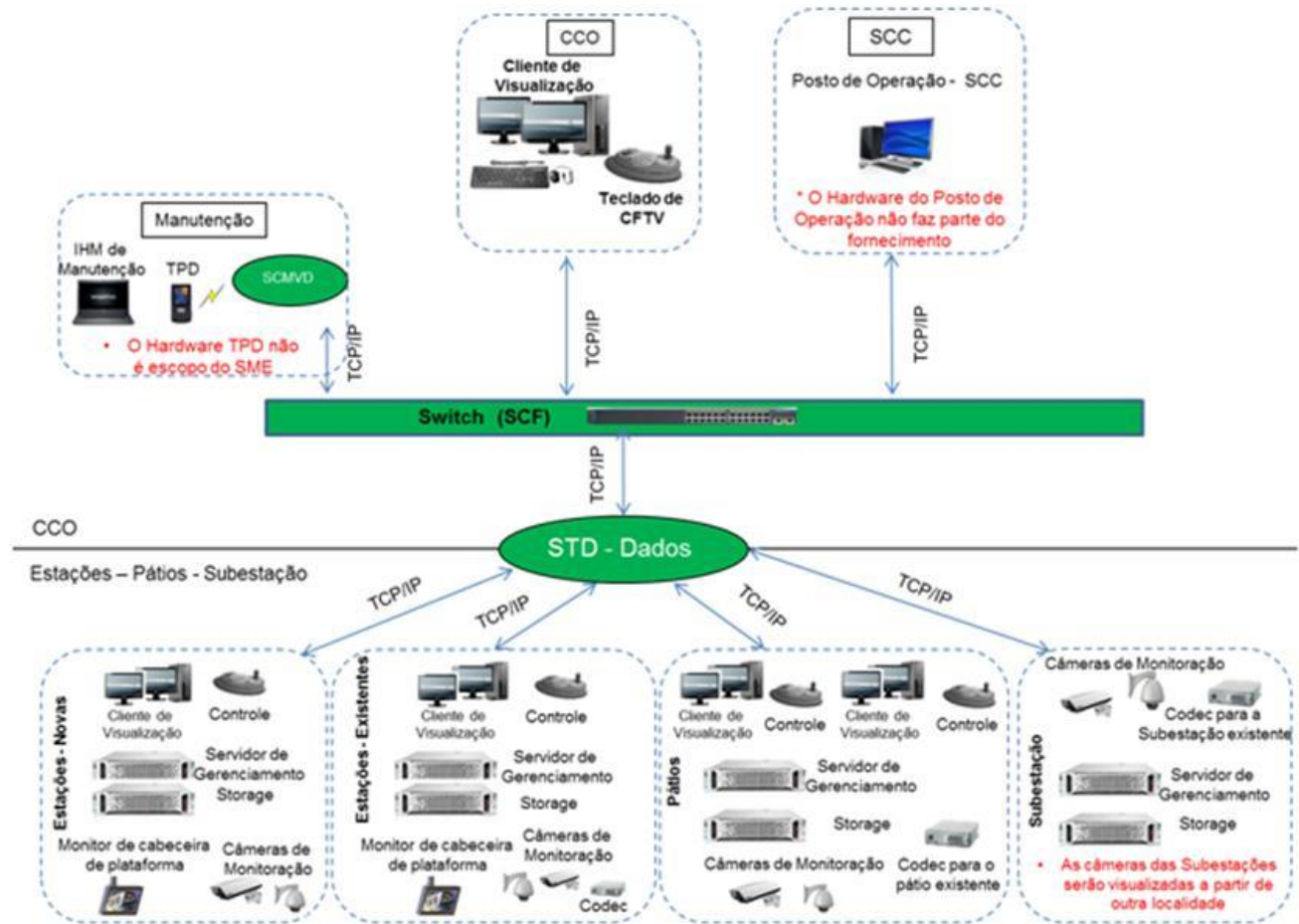



Figura 3.5.6 – Arquitetura do Sistema de Monitoração Eletrônica – SME

No CC5 é alocado um cliente de monitoração que possui acesso a todas as imagens das câmeras que compõem o sistema, auxiliando no monitoramento e segurança dos usuários da Linha 5 - Lilás. Dentro de uma mesma localidade, os equipamentos são conectados à Rede TCP/IP através dos periféricos fornecidos pelo SCF, enquanto a comunicação entre localidades ocorre através do STD.

O sistema nas diferentes localidades é composto por servidores de gerenciamento com gaveta, teclado e mouse integrados, storage para armazenamento de imagens, IHM de operação com 2 monitores e teclado CFTV, monitores na cabeceira das plataformas para visualização das imagens das plataformas pelos operadores de trem. Além disso, nas estações onde houver sala de espera dos operadores de trem, será instalada uma IHM para visualização de imagens da plataforma e/ou via.

Nas estações do trecho Capão Redondo a Largo Treze, bem como no Pátio Capão Redondo e na Subestação Guido Calói, serão instalados conversores para as câmeras analógicas do sistema anterior, para integração com o novo sistema. No trecho entre Adolfo Pinheiro e Chácara Klabin, as câmeras serão distribuídas nas localidades utilizando-se modelos de equipamentos e lentes adequados para cada situação. As câmeras fixas e móveis são IP nativas, porém apenas as câmeras fixas têm o recurso PoE.

O SME monitora as áreas das localidades através de câmeras fixas e móveis, analógicas e IP. As câmeras analógicas são convertidas em IP através de um conversor. Todas as imagens das câmeras são gerenciadas pelos servidores de gerenciamento, que também é responsável pela gravação das imagens no storage da localidade de acordo com parâmetros configuráveis.

As IHMs permitem a visualização das imagens e o controle das câmeras móveis. O acesso às funções disponíveis na IHM pode ser configurado conforme a necessidade.

Os monitores de plataforma são configurados remotamente para exibir imagens da plataforma para auxiliar os operadores de trem durante a operação.

O SME, a partir de aplicativos e serviços, tem interface com os subsistemas SMM, SCL, SCC, SCA, SCMVD através do SCF/STD. Os protocolos de comunicação utilizados para comunicação entre o SME e demais sistemas são baseados conforme modelo TCP/IP, a partir do SCF e do STD, e todos de natureza não proprietárias.

O Sistema de Multimídia irá disponibilizar um servidor NTP que gerará o horário padrão, que será integrado no Sistema de Monitoração Eletrônica (SME).

O SME será integrado com o SCA, com intermédio do SCL. No SCL, os pontos monitorados a partir do SCA serão vinculados a uma câmera do SME e quando houver um alarme de intrusão, a imagem da câmera vinculada a este ponto será mostrada no posto de operação da localidade correspondente ao alarme, para permitir a identificação da ação no ponto monitorado.

Todos os equipamentos do Sistema de Monitoração Eletrônica utilizam a tecnologia TCP / IP. Os equipamentos são conectados ao switch mais próximo e então incorporados na RLCT.

O SME é operado através de aplicativo instalado nos TPDs, que visualizam as câmeras fixas e comandam as câmeras móveis. A resolução da imagem apresentada no TPD é diferente da apresentada nos postos de operação do SME. O TPD também recebe alarmes técnicos e operacionais.

O SME envia alarmes técnicos e operacionais para o SCL e SCC através da interface de comunicação.

O SME é operado a partir do posto de operação do SCC alocado no CC5, para visualização e comando de qualquer uma das câmeras pertencentes ao sistema.

3.5.7 Sistema de Multimídia – SMM

3.5.7.1 Descrição Geral

O Sistema Multimídia é uma plataforma multisserviços que realiza:

a) Veiculação de mensagens de áudio (voz e música ambiente), vídeo (texto, informações horárias e imagens gráficas) e multimídia (áudio e vídeo sincronizados) a partir das interfaces de operação do SMM e seus aplicativos;

b) Captação de sinal GPS a partir de uma antena instalada em local apropriado e distribuição de sincronismo horário, via protocolo NTP a partir da central horária instalada no CC5;

c) Integração com os SCL e SCC, para fornecimento de sinalização de falhas e alarmes de manutenção preventiva e corretiva do SMM (via auto diagnose), para os sistemas do SCL e SCC;

d) Integração SCMVD – TPD, para recebimento de status e eventos.

O SMM da Linha 5 – Lilás em operação no trecho entre as estações Capão Redondo e Largo Treze, bem como no Pátio Capão Redondo, será integrado com o Sistema em implantação.

3.5.7.2 Características Técnicas e Funcionais

No CC5 é alocado um servidor responsável por gerenciar os comandos gerados pelo terminal de gerenciamento multimídia (TGM) e distribuí-los ao servidor local de cada estação. O TGM também tem a função de manutenção do sistema, recebendo os alarmes e possibilitando sua atuação administrativa no SMM. Para execução de envio de mensagens de voz ao vivo, será fornecido um microfone e uma caixa de retorno interligado na matriz de áudio. Além disso, será instalado no CC5 o conjunto de central horária e antena GPS para fornecimento do sincronismo horário dos demais sistemas via protocolo NTP. Também haverá integração futura com o SCC para emissão de mensagens a partir de seus consoles.

Em cada estação/pátio será alocado um servidor de gerenciamento responsável por receber e armazenar as mensagens do servidor do CC5. As mensagens são armazenadas no servidor local e nos reprodutores. Todas as mensagens multimídia são salvas inicialmente nos servidores e, a partir da programação definida pelo usuário, são transferidas diretamente aos reprodutores.

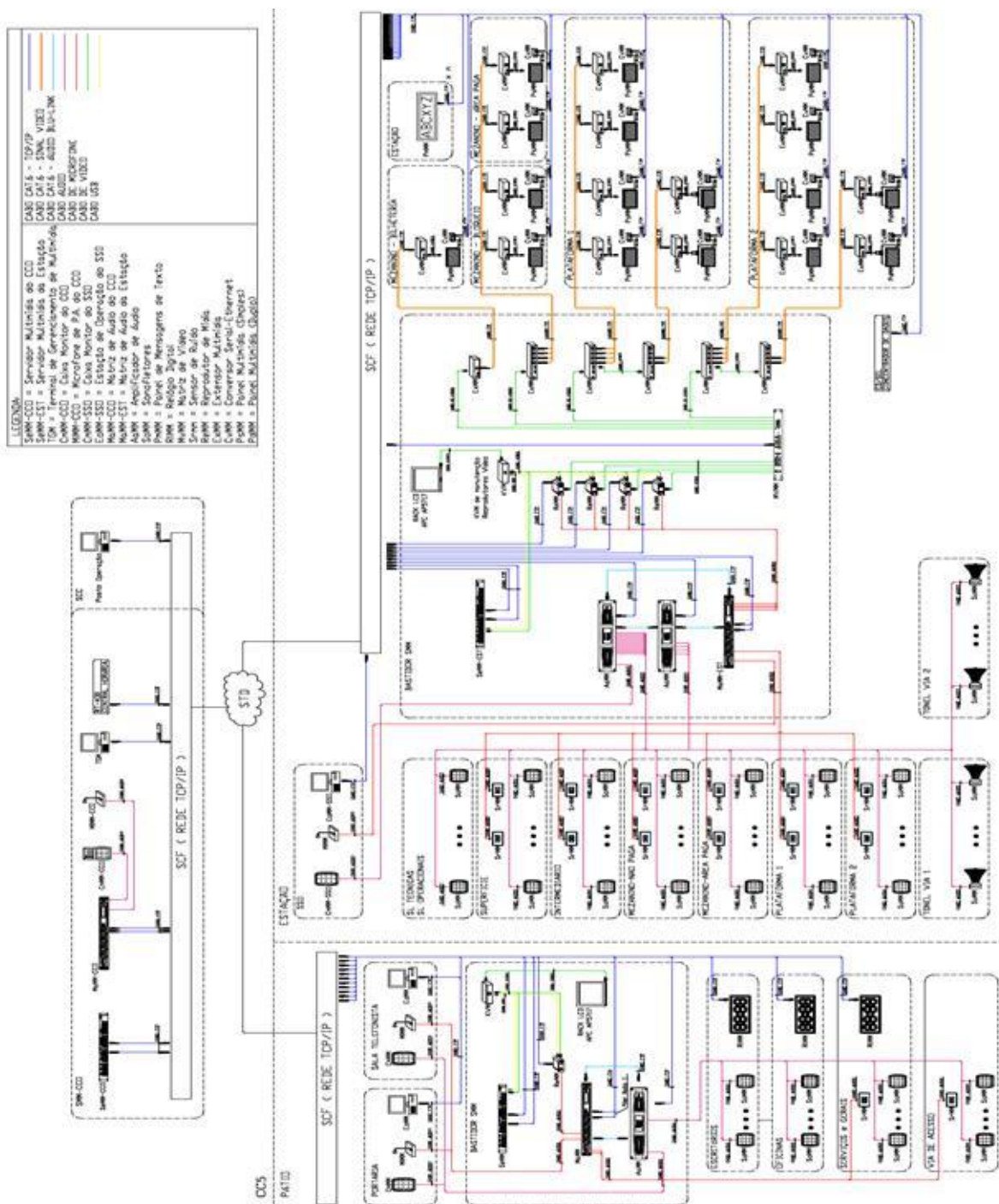



Figura 3.5.7 – Arquitetura do Sistema Multimídia

Nas estações, as mensagens de vídeo são processadas pela matriz de vídeo e encaminhadas pelos extensores de vídeo até os painéis multimídia simples e duplos instalados ao longo da estação. Também há painéis de LED nos acessos e painéis de LED de indicação de embarque para as estações terminais. Em relação às mensagens de áudio, nas estações e pátios, as mesmas são processadas pela matriz de áudio e encaminhadas para os devidos canais dos amplificadores. Cada trecho de túnel será sonorizado por somente uma estação. Serão fornecidos relógios digitais para os pátios. Para cada estação será fornecida 1 IHM compartilhada com o SCA (Sistema de Controle de Acesso), com microfone e caixa de retorno. Já os pátios terão 2 IHMs compartilhadas com o SCA na portaria e na sala da telefonista.

Dentro de uma mesma localidade, os equipamentos são conectados à rede TCP / IP através dos periféricos fornecidos pelo SCF, já a comunicação entre localidades ocorre através do STD.

3.5.8 Sistema de Transmissão de Dados – STD

3.5.8.1 Descrição Geral

O STD fornece os serviços de transmissão de voz, dados e imagem a todos os sistemas usuários nas estações, pátios, subestações, CC5 e CCO Vergueiro.

O STD consiste de um backbone de 10Gb.

Os usuários desta rede serão:

- Sistemas de Comunicação de Voz, Vídeo e Dados Móveis – SCMVD;
- Sistema Multimídia – SMM;
- Sistema de Comunicações Fixas – SCF;
- Sistema de Controle de Acesso – SCA;
- Sistema de Controle e Arrecadação de Passageiros – SCAP;
- Sistema de Controle Centralizado – SCC;
- Sistema de Monitoração Eletrônica – SME;
- Sistema de Alimentação Elétrica – SAL;
- Sistema de Controle Local – SCL.

3.5.8.2 Características Técnicas e Funcionais

O sistema consiste de cabos de fibras ópticas distribuídos em toda a linha. Estas fibras óticas se conectam aos equipamentos do STD formando os anéis do backbone.

O sistema em anéis proporciona um backbone de 10Gbps. Estes anéis são conectados entre si em alguns pontos do STD com o objetivo de proporcionar redundâncias.

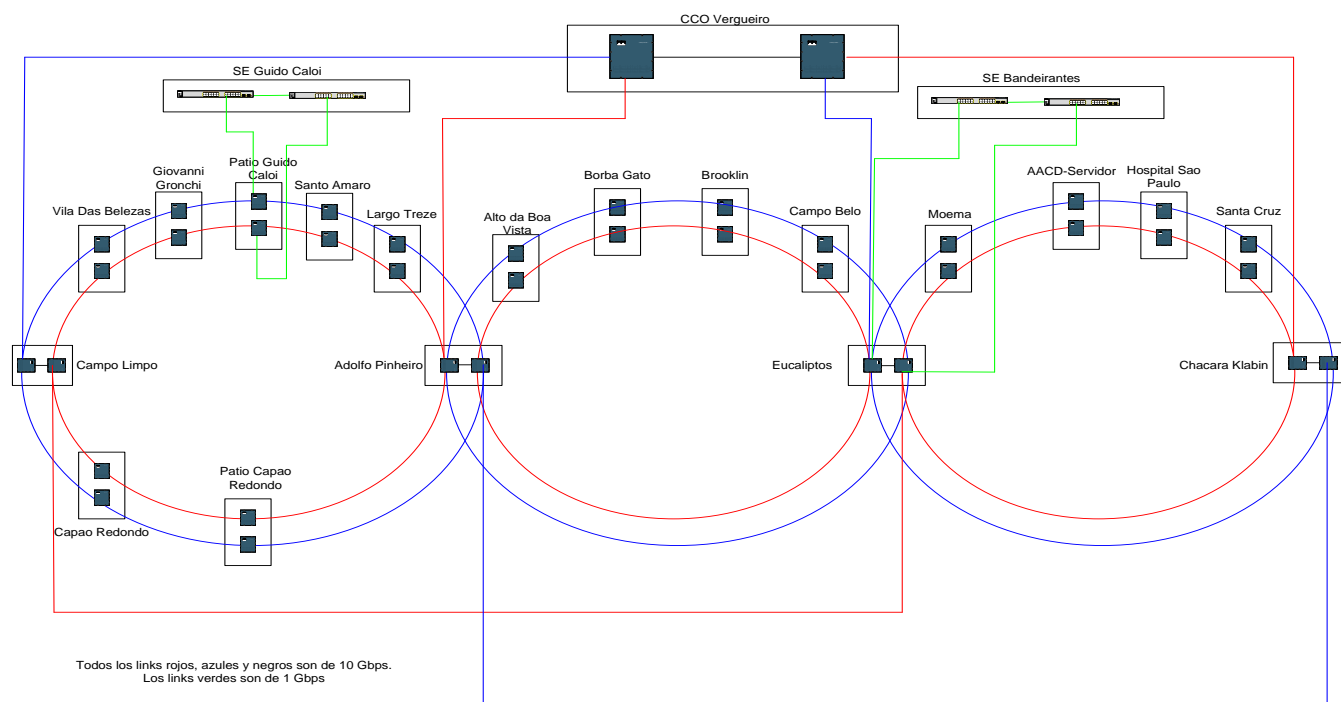



Figura 3.5.8.2.1 – Arquitetura do Sistema de Transmissão de Dados

O STD é composto por switches nível 3 e firewall em todas as localidades do STD.

Os firewalls e switches nível 3 permitem uma limitação de largura de banda, restrições e alarmes de distúrbios de dados.

Cada tipo de tráfego pode ter um ou vários atributos que coincidam para classificação do tráfego e prioridade, atendendo as necessidades dos usuários do STD:

- Regras de acesso ou ACLs;
- COS;
- Differentiated Services Code Point (DSCP);
- Input-Interface (se puder dar prioridade por porta de entrada);
- Media Access Control (MAC);
- Packet Length;
- Precedência;

– Protocolo;

– Vlan.

As conexões do anel ou de cada localização com o resto das localidades ou CCO ocorrem através de fibras ópticas monomodo, com uma largura de banda de 10Gbps para os requisitos de transmissão e largura de banda de cada usuário do STD.

Estes sistemas são limitados mediante regras sobre esta largura de banda, podendo ser ampliado até a capacidade de 10Gbps, porém não se recomenda passar de 7Gbps para evitar-se congestionamento, bem como prover uma reserva para picos de tráfego, evitando que o sistema se congestione.

A forma de limitá-lo será mediante o DiffServ (QoS Nível 3), regras de acesso nos firewalls e limitações nas portas.

Há dois tipos de roteamento no STD: roteamento estático para as redes do sistema SCF/SCMVD que necessitam de extensões de Vlans e OSPF para outros serviços.

Há firewall em todas as localidades, os quais permitem o uso de IPSEC (túneis entre nós distintos), VPN, regras de acesso, limitação de largura de banda para cada serviço, prevenção de intrusão, bloqueio de possíveis ataques ou flood de broadcast.

Para a administração da rede, utiliza-se o Cisco Application Network Management, o qual permite administrar, monitorar e alterar configurações. Este software pode administrar todo o tipo de dispositivos mediante mensagens SNMP. É uma aplicação ou software baseado em cliente-servidor.

O sistema foi projetado para suportar uma falha simples, uma falha dupla em equipamentos não redundantes entre si, assim como para suportar uma falha dupla em dois equipamentos redundantes de modo degradado; se os dois switches de uma estação falham, ela estará desprovida de serviços, mas as demais funcionarão adequadamente.

Na falha de um link de fibra, a estação seguirá funcionando de uma forma totalmente independente do sistema.

É utilizado RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) para a administração de caminhos redundantes e evitar a formação de possíveis laços na rede para dos serviços de camada 2 (SCF/SCMVD) e OSPF para serviços de camada 3.

São instalados servidores com software e licenças para gerenciar todos os equipamentos do STD.

Os seguintes equipamentos são utilizados: Servidores HP Proliant DL360 G7 Server E5645 e Switches Modulares Cisco série 65XX.

a) Fibras Ópticas

SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS

CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 02/2016

PROCESSO STM Nº 000770/2015 – Concessão Linhas 5-Lilás e 17-Ouro

A rede de cabeamento óptico disponibiliza fibras ópticas entre localidades para os sistemas das estações, CCO, pátios, subestações primárias, retificadoras (quando aplicável), poços de ventilação e saídas de emergência.

Cada usuário implementa os cordões óticos, suportes e arranjos para cabos que são conectados nas fibras providas pelos distribuidores ópticos.

Sistemas de usuário da rede ótica:

- Sistemas de Transmissão de Dados – STD;
- Sistema de Controle e Arrecadação de Passageiros – SCAP;
- Sistema de Controle Central – SCC;
- Sistema de Alimentação Elétrica – SAL;
- Sistema de Ventilação;

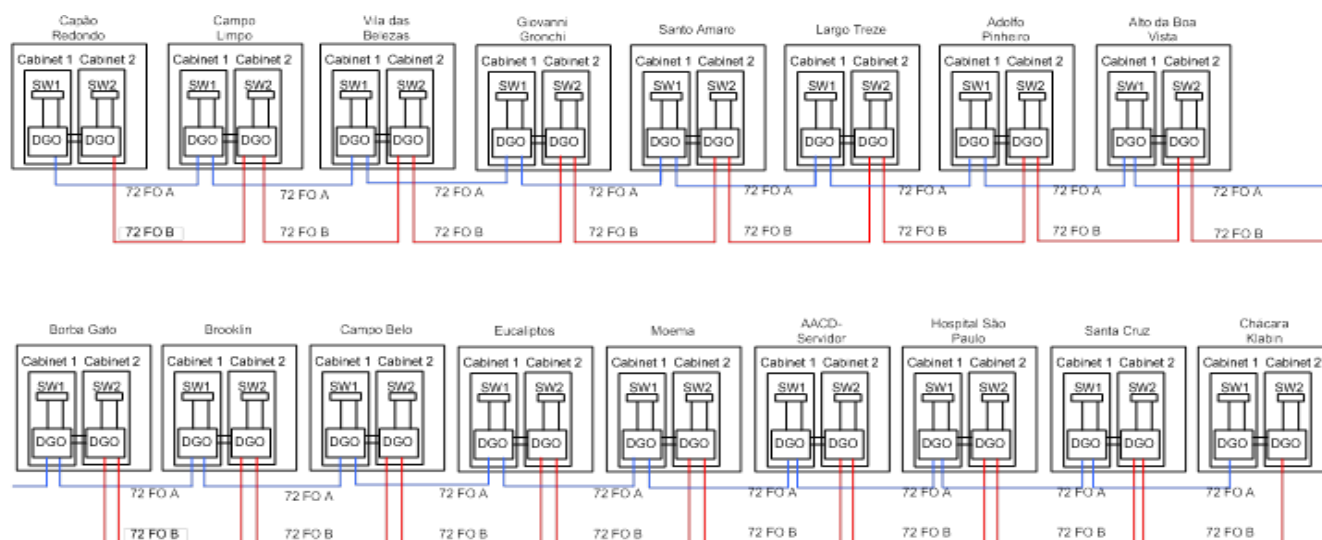



Figura 3.5.8.2.2 – Diagrama de conexão física de fibra óptica entre gabinetes das estações

Estação Adolfo Pinheiro
Subestação Retificadora Adolfo Pinheiro
VSE Paulo Eiró
Poço Conde de Itú
VSE Delmiro Sampaio
Estação Largo Treze
Estação Santo Amaro
Pátio Guido Caloi
Subestação Primária Guido Caloi
Estação Giovanni Gronchi
Estação Vila das Belezas
Estação Campo Limpo
Subestação Retificadora Campo Limpo
Estação Capão Redondo
Pátio Capão Redondo
VSE Jesuino Maciel
SE Bandeirantes
VSE Roque Portela
Estação Hospital São Paulo
VSE Botucatu
Estação AACD-Servidor
VSE Magalhães
VSE Olímpicos
Estação Moema
Estação Eucaliptos
VSE Rouxinol
VSE Bandeirantes
Estação Campo Belo
Estação Brooklin
Estação Borba Gato
VSE São Sebastião
VSE Alexandre Dumas
Estação Alto da Boa Vista
CCO Vergueiro
Estação Chácara Klabin
VSE Dionísio Costa
Estação Santa Cruz
VSE Joel J. Melo
A
B
Legenda
Cabo de 72 fibras
Cabo de 12 fibras
Cabo de 24 fibras

Figura 3.5.8.2.3 – Diagrama geral da rede de fibra óptica

Figura 3.5.8.2.4 – Conexão entre Santa Cruz e o CCO Vergueiro

Os cabos ópticos são compostos de fibras monomodo. As fibras ópticas apresentam conectores modelo ST/PC nos DGOs.

Os DGOs situam-se no interior dos gabinetes instalados nas salas técnicas. As fibras são distribuídas para cada usuário do STD a partir dos DGOs.

3.6 Sistemas de Alimentação Elétrica (SAL)

3.6.1 Sistema de Alta Tensão

3.6.1.1 Descrição Geral

Descrição Geral

A Linha 5 - Lilás tem alimentação elétrica através de duas S/E's Primárias, que operam independentes:

- Guido Caloi;
- Bandeirantes.

Não se admite, por determinação da Concessionária de Energia Elétrica, a operação em paralelo, nem no lado de 88/138 kV nem no de 22 kV.

A Subestação Primária Guido Caloi foi implantada inicialmente e alimenta o trecho Capão Redondo – Adolfo Pinheiro, em operação.

Com a implantação da S/E Primária Bandeirantes e do trecho Largo Treze–Chácara Klabin, a divisão de setores elétricos será:

- Capão Redondo – Alto da Boa Vista, alimentado normalmente pela S/E Primária Guido Caloi; e
- Borba Gato – Chácara Klabin, alimentado normalmente pela S/E Primária Bandeirantes.

3.6.1.2 S/E Primária Bandeirantes:

A S/E Primária Bandeirantes é uma edificação composta de dois pavimentos, localizada próximo ao limite da faixa da linha de transmissão LTA Sul - Bandeirantes da Concessionária de energia, que opera atualmente em 88 kV, com previsão de operar futuramente em 138 kV.

- A S/E Primária Bandeirantes apresenta a seguinte configuração, conforme ilustrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**3.6.1.2.
- 02 (duas) linhas de entrada;
- três linhas de saída para 03 (três) transformadores de 88/138-22 kV, 20/26,6/33,3 MVA;
- barramento seccionável de 22 kV por disjuntores e 07 (sete) linhas de saída em 22 kV por disjuntor e 02 (duas) saídas em 22kV por seccionadora para os transformadores de 22-0,22/0,127 kV de serviços auxiliares da própria subestação

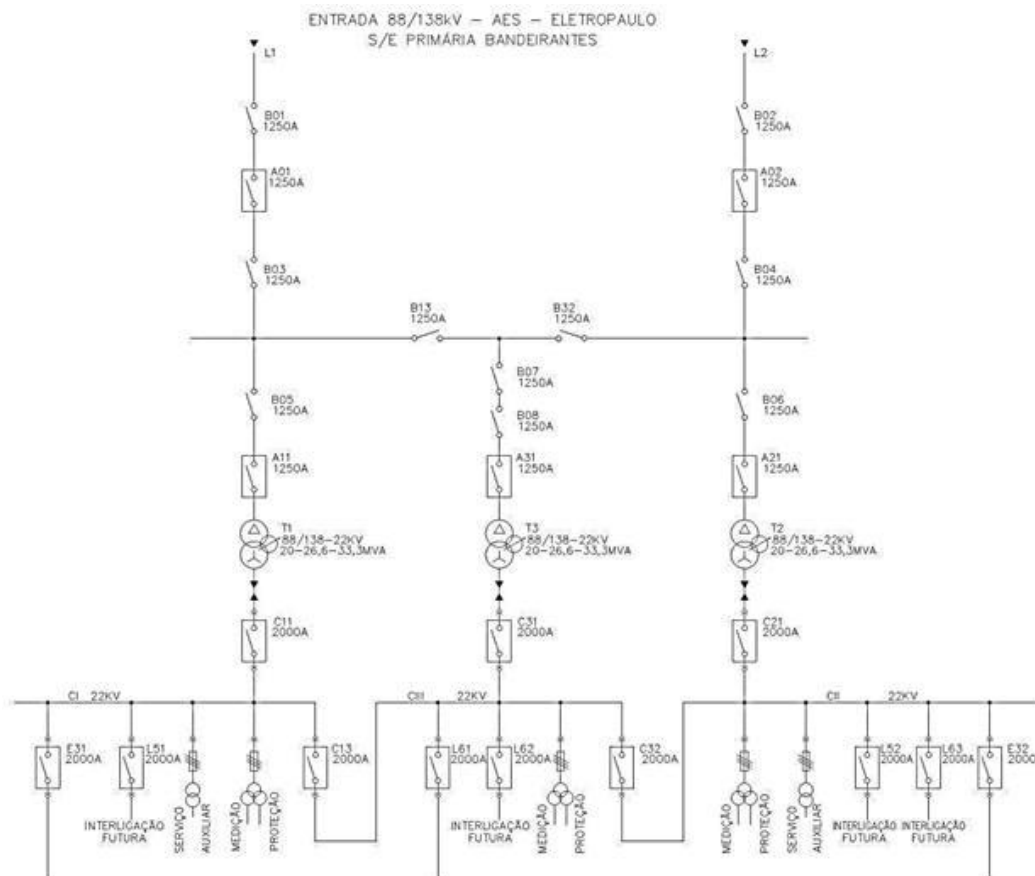



Figura 3.6.1.1 – Unifilar simplificado da S/E Primária Bandeirantes

O esquema de manobra adotado para a subestação será o de barra simples com seccionamento.

As duas entradas de linha são derivadas das linhas da Concessionária e não devem trabalhar em paralelo. A alimentação da subestação é feita sempre por apenas uma das linhas, sendo que a outra estará em tensão, pronta para um eventual socorro. É prevista a transferência forçada de linha em carga, com paralelismo momentâneo das linhas de entrada.

O projeto final da S/E Primária Bandeirantes está de acordo com as prescrições da Concessionária no que diz respeito aos seguintes itens:

- Sistema de proteção;
- Comutação automática entre as Linhas 1 e 2;
- Medição para efeito de faturamento (kW, kWh, kvar, kvarh, kW-demanda, cosφ).

Os transformadores de 88/138-22 kV são operados normalmente com carga parcial, sendo que cada um deles terá a capacidade de suprir toda a carga prevista para o trecho Borba Gato – Chácara Klabin. Os três transformadores são operados em paralelo através da interligação dos barramentos de 22 kV.

O sistema de alimentação e de distribuição de 22 kV é constituído por três disjuntores de entrada, dois de interligação de barramentos e nove circuitos de saída, sendo 2 (duas) saídas através de seccionador e fusível, para atender os serviços auxiliares da própria subestação, 3 (três) saídas através de disjuntores para atender a Linha 5-Lilás, e 4 (quatro) saídas de reserva. Em condições normais, os disjuntores de interligação de barramentos trabalharão fechados.

Dos sete circuitos para alimentação da ampliação da Linha 5-Lilás, dois serão destinados às cargas de tração através das S/E Retificadoras Moema e Campo Belo, que operarão em anel, um circuito será destinado às cargas de serviços auxiliares das estações, que operará no sistema radial e os outros quatro estão previstos como circuitos futuros. Em caso de perda de um dos circuitos de tração, o outro irá assumir a carga completa, sem degradação na operação da Linha 5.

Os circuitos destinados a alimentar o sistema de distribuição de 22 kV do METRÔ-SP seguem por redes de dutos subterrâneos a partir da S/E Primária Bandeirantes até as vias operacionais. Um dos circuitos de tração, alimenta diretamente a rede interna de distribuição de 22 kV na estação Campo Belo. Os demais circuitos de tração e serviços auxiliares continuam pelo túnel até as estações Moema e Eucaliptos, onde se conectam a rede interna de 22 kV nesses locais.

Os serviços auxiliares da S/E Primária Bandeirantes são alimentados por dois circuitos derivados dos barramentos CI e CII de 22 kV da própria subestação, que alimentam dois transformadores de 22000 - 220/127 V de 150 kVA. Estes transformadores alimentam as Barras do Quadro Geral de Distribuição de 220/127 V (QGD).

Para suprir o QGD, em condições de emergência, será fornecido e instalado um transformador de 75 kVA alimentando a Barra BI, com tensão primária de 460 V, alimentado através de um circuito proveniente de um quadro de distribuição de 460 V (QPD) da S/E Auxiliar Eucaliptos e passando pelo Quadro QPD.

Para suprir o quadro na falta total de energia há uma entrada para acoplamento de um Grupo Gerador Diesel móvel em 220/127 V, por meio do Painel do Diesel Móvel (PDM-220 Vca).

Para alimentação das cargas de corrente contínua e a iluminação de emergência de balizamento, há um quadro de distribuição de corrente contínua (QDCC), alimentado por dois carregadores de baterias constituídos por dois retificadores, uma Unidade de Supervisão de Corrente Contínua e Unidades de Diodos de Queda (USCC+UDQ) e duas baterias. O Carregador de Baterias possui alimentação das Barras I e II do QGD (220/127 V).

Neste conjunto, cada retificador tem capacidade de alimentar as cargas e, simultaneamente, aplicar carga profunda nas duas baterias. As baterias, juntas, têm autonomia de 2 h.

Existe um conjunto Inversor/Chave Estática a ser alimentado a partir do Sistema 125 Vcc, com potência de 5kVA e um painel (PDF) para distribuição e alimentação de equipamentos de transmissão de dados e de comunicações.

Para alimentar o sistema de iluminação normal e tomada, e a iluminação externa da subestação, existem dois painéis de luz. O painel de luz destinado à iluminação externa tem o seu acionamento previsto por fotocélulas.

3.6.1.3 Transferência de Alimentação – Linha Principal e Reserva

A transferência do alimentador de 88/138 kV será operacionalmente executada de acordo com os padrões da Concessionária, através dos critérios de transferência de alimentação com paralelismo momentâneo ou de transferência automática das linhas de alimentação sem paralelismo, a seguir descritos.

a) Transferência de Alimentação com Paralelismo Momentâneo

Esta transferência, de uma linha de 88/138 kV para a outra, é realizada sem interrupção para serviços programados nas linhas alimentadoras da S/E Primária Bandeirantes, ou para isolar setores internos da subestação para a manutenção de equipamentos.

Para a realização desta transferência, serão obedecidas as seguintes condições:

- Os relés de tensão que supervisionam a transferência dos circuitos alimentadores são alimentados por transformadores de potencial, instalados nas fases de cada circuito de alimentação, localizados entre os para-raios e as seccionadoras de entrada;
- Paralelismo momentâneo só ocorre quando houver tensão nas duas linhas de alimentação;

- Logo após o segundo disjuntor ser fechado, instantaneamente, o primeiro disjuntor é aberto automaticamente;
- Impossibilidade de transferência, caso tenha ocorrido operação da proteção de entrada da subestação;
- Existência de uma chave de controle para o bloqueio manual da transferência.

b) Transferência Automática de Alimentação

Esta transferência permitirá, por ocasião da interrupção de fornecimento de energia elétrica pela linha principal, transferir automaticamente para a linha reserva, quando esta estiver em tensão.

Para a realização desta transferência, serão obedecidas as seguintes condições:

- Os relés de tensão que comandam o início da transferência automática são alimentados por transformadores de potencial, instalados nas fases de cada circuito de alimentação, localizados entre os para-raios e as seccionadoras de entrada e nos barramentos de 22 kV;
- A transferência somente tem início após a constatação de que a falta de tensão na linha alimentadora é superior a 0,5 s, e desde que haja tensão na linha reserva. Os transformadores de potencial instalados nos barramentos de 22 kV irão confirmar a falta de tensão;
- Impossibilidade de transferência, caso tenha ocorrido operação da proteção de entrada da Subestação;
- A operação de fechamento do disjuntor só pode ser iniciada após a conclusão total da operação de abertura do outro disjuntor;
- Existe uma chave de controle para o bloqueio manual da transferência.

3.6.2 Sistema de Média Tensão

3.6.2.1 Descrição Geral

O sistema de alimentação elétrica da Linha 5-Lilás, é constituído por uma rede de distribuição de energia elétrica em 22 kVca para as subestações do trecho, com a finalidade de se evitar a falta de alimentação elétrica de 460V, 220V e 127V necessária para os serviços das Estações e 1.500Vcc para alimentação dos trens.

Configuração das subestações em cada estação:

- Barramento das retificadoras: com características de anel intercalado para alimentação dos barramentos dos transformadores para retificadores;
- Barramento das Auxiliares: do tipo radial para os barramentos dos transformadores de serviços auxiliares, com possibilidade de socorro pela rede dos barramentos das retificadoras, por meio da Transferência Automática de Barras (TAB).

A rede de 22 kVca de alimentação do sistema elétrico da Linha 5 - Lilás (Capão Redondo – Largo Treze) atualmente está sendo suprida pela Subestação Primária Guido Caloi. Com a entrada da Subestação Primária Bandeirantes em operação, haverá a divisão de setores de alimentação elétrica, com painéis de Transferência Automática de Setores (TAS).

Em condições normais:

- Setor 1: Subestação Primária Guido Caloi alimenta os barramentos das retificadoras em anel e os barramentos das Auxiliares em radial do setor Capão Redondo – Alto da Boa Vista.
- Setor 2: Subestação Primária Bandeirantes alimenta os barramentos das retificadoras em anel e os barramentos das Auxiliares em radial o setor Borba Gato – Chácara Klabin.

Os cubículos do trecho Capão Redondo – Largo Treze, implantados inicialmente, são do tipo compacto, isolados a gás SF6.

Os cubículos do trecho Adolfo Pinheiro – Chácara Klabin, em implantação, são do tipo “metal-clad”, isolados a ar, e suas características estão descritas a seguir.

3.6.2.2 Descrição dos Critérios Operacionais

a) Geral

Os critérios operacionais referentes aos cubículos de 22 kV envolvem a abertura de disjuntores, por comando ou por proteções, e fechamento; operação que está condicionada localmente ao rearme dos relés de bloqueio dos próprios disjuntores e dos respectivos barramentos.

b) Operação dos Disjuntores

A atuação de qualquer proteção provocará a atuação do relé de bloqueio do respectivo disjuntor, o qual será rearmado manualmente, para que seja possível o fechamento do mesmo.

c) Disjuntor de Linha

A operação do disjuntor de linha estará condicionada à atuação dos relés de sobrecorrente direcional. O disjuntor poderá ser atuado também pelos relés de bloqueio, tanto de barramento como do próprio disjuntor.

Para proteção dos cabos, sua abertura deverá ocorrer nas seguintes condições:

- Se todos os fios piloto estiverem em ordem, a atuação da proteção de sobrecorrente direcional se processará, e deverá também ter a confirmação do defeito por parte da proteção instalada na outra extremidade da linha;
- Se os fios piloto da proteção estiverem defeituosos, a sua atuação será interrompida, deixando a possibilidade de intervenção de outras proteções caso o trecho que apresentar a falha não seja o trecho imediatamente protegido pelos disjuntores em exame.

Quanto à função dos fios piloto, utilizam-se canais ópticos do sistema de transmissão de dados da estação/pátio, e será responsável não só pela função de fio piloto, como também pelo intertravamento e troca de informações entre as subestações de 22kV através dos canais óticos do Sistema de Transmissão de Dados.

A proteção de barramento atuará na condição de atuação do relé do próprio barramento da subestação, com uma falha no mesmo.

O fechamento do disjuntor da linha obedecerá à necessidade de alimentação de uma ou mais subestações auxiliares ou retificadoras temporariamente desenergizadas.

Será distinguido o caso dos disjuntores interligando subestações pertencentes a setores diversos (transferência de setores). Na primeira situação, os disjuntores se encontram normalmente na posição fechada, sendo abertos somente pela intervenção da respectiva proteção ou pelo comando manual do operador.

Para que seja possível fechar manualmente o disjuntor, com o barramento energizado, é necessário que o relé de bloqueio do respectivo barramento esteja rearmado, assim como o próprio relé de bloqueio do disjuntor e o relé de bloqueio da subestação adjacente.

– Disjuntor de Interligação de Barramento:

  Estará condicionado à atuação da proteção de barramento. A abertura do disjuntor ocorrerá na condição de atuação do bloqueio de um dos dois barramentos adjacentes ao disjuntor.

  O fechamento do disjuntor de interligação de barramento é efetuado automaticamente quando, em um dos dois barramentos que ele interligar, é detectada uma falta de tensão e o disjuntor de alimentação normal estiver aberto.

  Também o fechamento do mesmo disjuntor é efetuado com um comando manual que será intertravado com os sensores de tensão dos barramentos.

– Disjuntor do Transformador

  Está condicionado à atuação dos relés de sobrecorrente, dos relés de bloqueio de barramento, do transformador e do próprio disjuntor e das proteções do transformador. Todas as proteções intrínsecas do transformador atuam no relé de bloqueio do transformador.

3.6.2.3 Centralização Operacional

Tendo em vista a filosofia exposta, são descritas as funções do Sistema Digital da Média Tensão (SDM) e dos comandos remotos originários de diferentes pontos, tanto internos à estação (Painel de Comando e Controle - PCC / Sistema de Controle Local - SCL), como externos (CC5), de forma a tornar possível a filosofia de funcionamento apresentada na presente Especificação.

A centralização, no âmbito interno às subestações, deverá ter como finalidade a troca de informações entre elementos situados em diferentes unidades de Comando, Controle e Proteção do SDM, de forma a selecionar o equipamento a ser atuado, bem como sintetizar as informações a enviar para vários equipamentos simultaneamente em caso de bloqueio de barramento. A centralização, no âmbito do PCC, permitirá, ainda, receber sinais de comando provenientes de outros pontos de comando da estação (SCL) e transmiti-los aos equipamentos envolvidos.

Externamente às subestações, a centralização operacional do PCC receberá sinais de comando provenientes do CCO e transmiti-los-á aos equipamentos envolvidos.

A lógica e a filosofia de funcionamento no SDM estão descritas a seguir:

- Seleciona a abertura dos disjuntores quando da sensibilização das proteções, excitando os sistemas lógicos e verificando as condições previamente impostas para a atuação de cada disjuntor;

- Bloqueia o barramento atuando em todos os disjuntores conectados a ele, no caso de curto-circuito no barramento ou de atuação "breaker-failure" de um dos disjuntores;

- Condiciona o fechamento do disjuntor de interligação entre subestações, auxiliar e retificadora, à existência de tensão no outro barramento e ao rearme dos respectivos relés de bloqueio, no caso de falta de alimentação no barramento da subestação auxiliar;

- Condiciona o fechamento dos disjuntores dos módulos dos transformadores e grupos retificadores, bem como do disjuntor de seccionamento do barramento da subestação auxiliar, ao rearme dos relés de bloqueio dos respectivos barramentos;

- Recebe os sinais de comando remoto (PCC, SCL e CC5) e os envia aos equipamentos envolvidos;

- Recebe as sinalizações provenientes dos equipamentos e as envia aos pontos de comando remoto (PCC, SCL e CC5);

- Efetua, nas subestações Borba Gato, Alto da Boa Vista e Chácara Klabin, o fechamento automático dos respectivos disjuntores de interligação entre barramentos das retificadoras e das auxiliares, por falta de tensão num barramento, em caso de defeito nas respectivas linhas de alimentação.

A centralização operacional no PCC não interfere nas proteções, nem nos intertravamentos intrínsecos ao sistema de 22 kV, ao nível da própria subestação, em caso de defeito no painel do PCC que o torne inoperante.

3.6.3 Sistema de Tração (Subestações Retificadoras)

3.6.3.1 Descrição Geral

As S/E's Retificadoras são compostas pelos transformadores retificadores, pontes retificadoras e pelos cubículos de tração, que acomodam os disjuntores extrarrápidos (feeders) e as seccionadoras, que alimentarão a rede aérea em 1.500Vcc.

No trecho de Capão Redondo a Largo Treze, implantado inicialmente, há 4 S/E's Retificadoras, nas seguintes localidades:

- S/E Largo Treze,
- S/E Primária Guido Caloi,
- S/E Vila das Belezas,
- S/E Capão Redondo.

Para o trecho em implantação, estão previstas subestações retificadoras em cada estação do trecho Adolfo Pinheiro – Chácara Klabin. Além delas, está também em implantação a S/E Retificadora Campo Limpo. Cada Pátio também será dotado de uma S/E retificadora exclusiva. As características básicas das retificadoras citadas neste parágrafo são descritas a seguir.

A configuração de uma subestação retificadora típica é mostrada na 3.6.3.1.

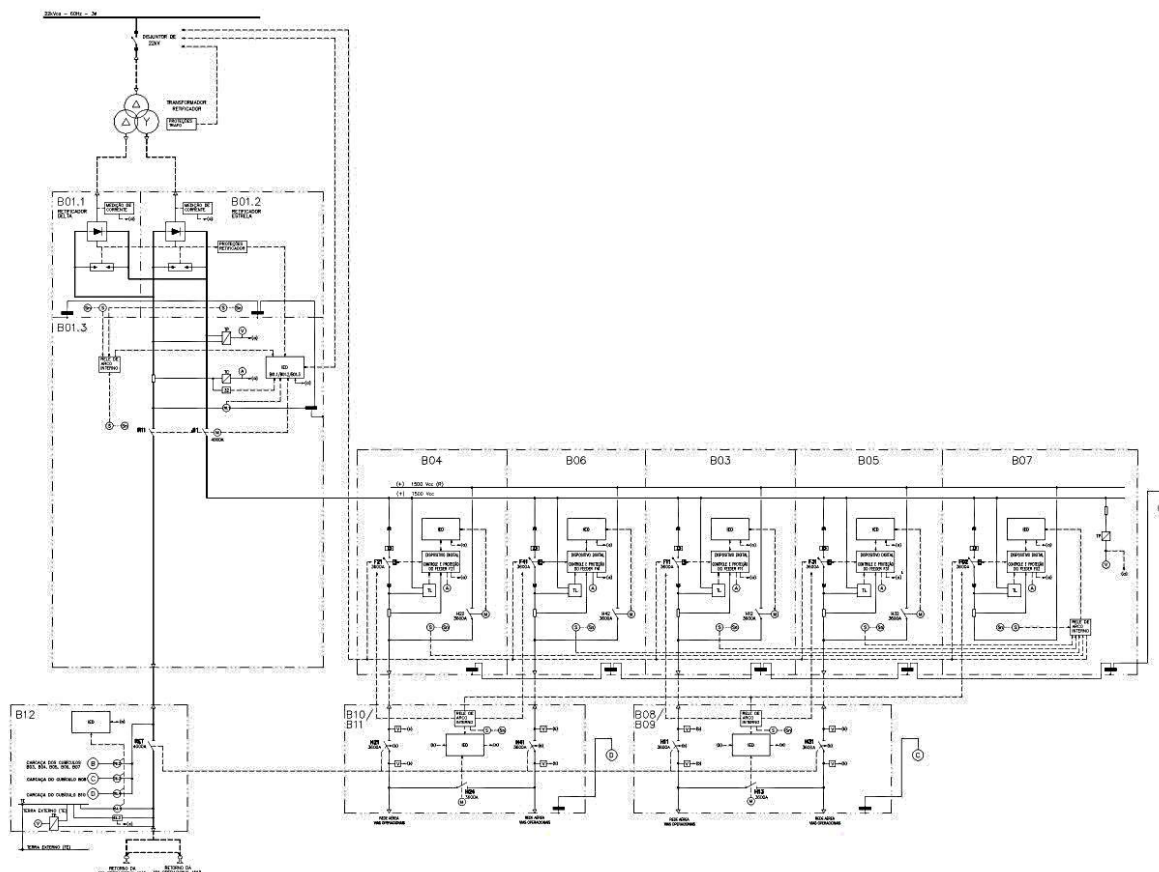



Figura 3.6.3.1 Esquema unifilar de uma S/E Retificadora típica (estações)

3.6.3.2 Requisitos Técnicos

a) Grupo Transformador - Retificador

Os retificadores destinam-se à conversão de corrente alternada em contínua, para o serviço de tração, sendo equipados com diodos de silício, e funcionam perfeitamente acoplados aos transformadores de tração.

A potência nominal na saída de cada retificador corresponde a 4MW.

Na saída do grupo retificador, há uma chave seccionadora bipolar de isolação, interrompendo o positivo e negativo, com comando manual e elétrico único, instalada em um cubículo independente dos cubículos que contêm as pontes retificadoras.

As classes de serviço para os transformadores-retificadores são duas, não sobrepostas:

- “Heavy Traction” classe VI, de acordo com a norma IEC 60146 conforme o seguinte ciclo de carga referido à potência e tensão nominal:
  - 100% continuamente;
  - 150% por 2 horas;
  - 300% por 1 minuto.
- Condições especiais: o grupo suporta picos de 300% da carga nominal com duração de 15 segundos, intervalos de 90 segundos, por um período de 2 horas, com carga base de 100%.

b) Transformador para Retificador

Os transformadores retificadores formam conjuntos com os grupos retificadores, perfeitamente acoplados e balanceados, num projeto integrado de forma a atender as necessidades de potência solicitadas e com um nível de tensão dentro dos padrões admissíveis.

São trifásicos a seco, com 03 (três) enrolamentos, com resfriamento natural, com potência nominal compatível com o ciclo de carga especificado. Os enrolamentos são do tipo convencional, encapsulados em isolação sólida. O resfriamento dos transformadores é feito naturalmente, pelo próprio ar ambiente (AN).

Os enrolamentos dos transformadores têm limites de elevação de temperatura estabelecidos de acordo com os ciclos de sobrecarga previstos para os grupos retificadores, de forma que não haja danos ou prejuízos aos materiais isolantes, bem como redução na vida útil dos mesmos.

A ligação dos transformadores é feita no lado primário em triângulo e os secundários ligados em estrela e triângulo, de forma a se obter uma reação global dodecafásica das pontes retificadoras no sistema de corrente contínua.

Possuem, no enrolamento de alta tensão, derivações para seis degraus de regulação, possibilitando alterar em vazio sua relação de transformação. Uma das derivações deverá operar em 22.000 Vca e as demais deverão ser previstas para as tensões 22.000 Vca (+2,5% e +5%) e 22.000 Vca (-2,5%, -5% e -7,5%).

c) Retificador

Os retificadores a diodo são projetados, construídos e ensaiados conforme as prescrições da norma IEC 60146, dimensionados para funcionamento normal mesmo com um diodo a menos em cada braço.

As pontes retificadoras (estrela e triângulo) estão contidas em cubículos metálicos e com os barramentos positivo e negativo interligados e previstos para instalação abrigada. O resfriamento dos retificadores é feito naturalmente, pelo próprio ar ambiente.

d) Disjuntores Extrarrápidos e Seccionadoras.

As S/E´s retificadoras são compostas por disjuntores extrarrápidos unipolares (com uma única câmara de extinção), extraíveis, para operação em corrente contínua, instalados no interior dos cubículos metálicos.

Cada disjuntor está associado a uma unidade de comando e proteção eletrônica, com as seguintes características:

- Execução das lógicas de controle e comando dos equipamentos internos ao respectivo cubículo, incluindo sequência de manobras para abertura e fechamento de disjuntores;
- Execução das lógicas de controle do dispositivo de teste de linha e religamento automático;
- Execução das lógicas de intertravamento e bloqueios;
- Display;
- Comunicação em rede.

As S/Es retificadoras são compostas pelas seguintes chaves seccionadoras, instaladas no interior dos cubículos metálicos:

- Seccionadora bipolar de isolação do grupo, com comando manual e motorizado;
- Seccionadoras de isolação positivas, com comando manual;
- Seccionadoras de equalização, com comando manual e motorizado;
- Seccionadora de retorno negativa, com comando manual.

e) Sistema Digital de Tração (SDT)

O SDT é constituído pelas unidades de comando e proteção eletrônica, e apresentam arquitetura distribuída associada aos diferentes cubículos das subestações.

O SDT é responsável pela interface entre os cubículos das retificadoras e o PCC, SCL e SCC, possibilitando o envio de informações e recebimento de comando entre os equipamentos instalados no interior dos cubículos e os sistemas supervisórios remotos.

f) Sistema de Desenergização de Emergência da Catenária (SDEC)

O SDEC é concebido para permitir a desenergização emergencial de grupos de disjuntores extrarrápidos através de comando único a partir de pontos de acionamento específicos localizados nas estações, no pátio e no CC5.

As retificadoras em implantação possuirão pontos de acionamento do SDEC nas SSOs das respectivas estações, enquanto os pátios possuirão pontos de acionamento distribuídos internamente. Em situações normais, a atuação do sistema de desligamento nos pátios não interfere nas vias operacionais e vice-versa.

A comunicação entre as diferentes localidades, associadas ao SDEC, é viabilizada através de pares de fibras ópticas.

3.6.4 Rede Aérea e Seccionadoras de Vias

Os pátios e o trecho antigo da Linha 5 (Pátio Capão Redondo à estação Largo treze) são alimentados através de rede aérea autossustentada.

A rede aérea do tipo catenária rígida, responsável pela alimentação das vias operacionais em túnel no trecho Adolfo Pinheiro à Chácara Klabin, fornece energia em tensão nominal de 1.500 Vcc, sendo sustentada através de dispositivos isolados e fixados diretamente no teto dos túneis.

A catenária rígida é constituída por perfil de alumínio e fio de cobre para contato com os pantógrafos dos trens.

A Catenária é seccionada longitudinalmente, constituindo tramos elétricos distintos, sendo cada um deles alimentados por dois disjuntores extrarrápidos distintos.

A conexão entre diferentes tramos mecânicos adjacentes é feita através de juntas de dilatação através de lâminas ou cordoalhas flexíveis de material condutor, assegurando em qualquer caso, a continuidade do contato pantógrafo x linha de contato.

O Pátio Guido Caloi é alimentado em 1.500 Vcc através de rede aérea convencional constituída dos seguintes elementos: postes, torrinhas, pórticos, conjuntos de ancoragem, isoladores de seção, triângulos, fios de contatos e cabos mensageiros.

Duas vias do Bloco A do Pátio Guido Caloi são constituídas por catenárias escamoteáveis, havendo elementos de seccionamento com comando local na entrada da oficina para estas vias.

Ao longo da Rede Aérea, são instaladas seccionadoras de vias que permitem a interrupção da continuidade em diversos pontos. As seccionadoras são unipolares, possibilitam comando manual e motorizado, e possuem unidades de detecção de tensão que permitem manobra apenas quando não há tensão em seus polos.

A alimentação elétrica da seccionadora é proveniente de painel específico instalado nas salas técnicas, sendo permitido o seu comando remoto das seccionadoras através deste painel, bem como através do PCC e do SCC.

3.6.5 Sistema de Baixa Tensão

O sistema de Baixa Tensão das Estações e Vias é alimentado a partir dos 02 transformadores auxiliares, alimentados na tensão de 22 kVca instalados em cada uma das Subestações Auxiliares das estações. As saídas dos transformadores, em 460 Vca, alimentarão os quadros QPD-A e QPD-B, conforme indicado no esquema de distribuição específico.

Estes quadros funcionam normalmente com os dois transformadores a meia carga e com os disjuntores de acoplamento abertos.

No caso de falta de alimentação em uma destas entradas, a outra terá capacidade suficiente para assumir a carga da estação.

No caso de falta de alimentação em ambas as entradas, é comandada automaticamente a partida do Grupo Gerador Diesel, que alimentará o quadro QAC e os barramentos essenciais do QPD-A e do QPD-B.

Os quadros QGD-A e QGD-B, indicados no mesmo esquema, têm um princípio de funcionamento análogo ao dos QPD. No entanto, trabalham na tensão de 220/127 Vca e apresenta, como característica básica, a alimentação dos Painéis de Luz, responsáveis pela distribuição dos circuitos de iluminação e tomadas. Alimentam, também, o Painel Essencial (destinado a cargas de telecomunicações e equipamentos eletrônicos), o Painel de Alimentação dos Bloqueios, o Quadro de Força (de alimentação de chuveiros dos vestiários operacionais) e o Quadro de Distribuição para Feiras e Eventos (para alimentação de espaços comerciais na estação).

O QCB de Bombas (QCB) deve ser localizado na sala técnica das estações e suas saídas alimentarão os Painéis de Comando Local (PCL). Os PCL's deverão ser instalados junto às bombas.

A alimentação de emergência, com característica "No-break", será constituída por um carregador de baterias com dois retificadores e duas baterias, que receberá a alimentação em 460 Vca, retificará para 125 Vcc e, através do quadro de distribuição de corrente contínua QDCC, alimentará os equipamentos da estação. Há, também, o Conjunto Inversor / Chave Estática para cargas de sinalização e demais cargas vitais, tais como equipamentos de sinalização e controle de movimentação dos trens.

Na relação destas cargas de corrente continua destacam-se os circuitos de comando dos equipamentos de média tensão e tração, balizamento, entre outros.

3.6.6 Rota de Fuga

O Sistema de Sinalização de Rota de Fuga tem a finalidade de auxiliar os usuários na evacuação dos túneis em caso de emergência, indicando o caminho com maior segurança possível, e está sendo implantado nas vias e nos poços de ventilação e saída de emergência.

Consiste em um Painel de Controle de Rota de Fuga (PCRF) que abriga todos os disjuntores alimentadores dos equipamentos externos, alimentando-os em 125Vcc através de um circuito proveniente do QDCC da sala técnica, além de receber um circuito em 220Vac para alimentação de serviços internos.

- Equipamentos

Compõe o sistema se sinalização de rota de fuga os seguintes equipamentos:

- Módulo gerador DTMF: fica localizado dentro do PCRF e é responsável pelo controle das placas através de sinais DTMF, podendo controlá-las individualmente ou em grupos predefinidos em algumas rotinas;
- Balizadores: instalados na via, na borda da passarela de emergência, sinalizam o caminho e o limite da passarela;
- Placas de direção, sentido e distanciamento: instaladas nas paredes das vias, indicam a distância para a saída mais próxima (estação ou VSE) e podem ser acesas individualmente ou em grupos de acordo com a necessidade;
- Placas de direção e sentido: instaladas nas paredes dos poços VSE, indicam o caminho até a saída na rua.

Balizadores e placas são equipamentos resistentes à água e poeira.

- Arquitetura

Cada PCRF tem como domínio de alimentação e controle o trecho que compreende metade da distância entre as estações adjacentes, distribuindo para cada via nos túneis, circuitos de balizadores e de placas de distanciamento independentes, além do circuito das placas dos poços VSE quando este estiver em seu trecho de domínio.

Figura 3.6.6.1 – Arquitetura nas vias

Figura 3.6.6.2 – Arquitetura nas Vias

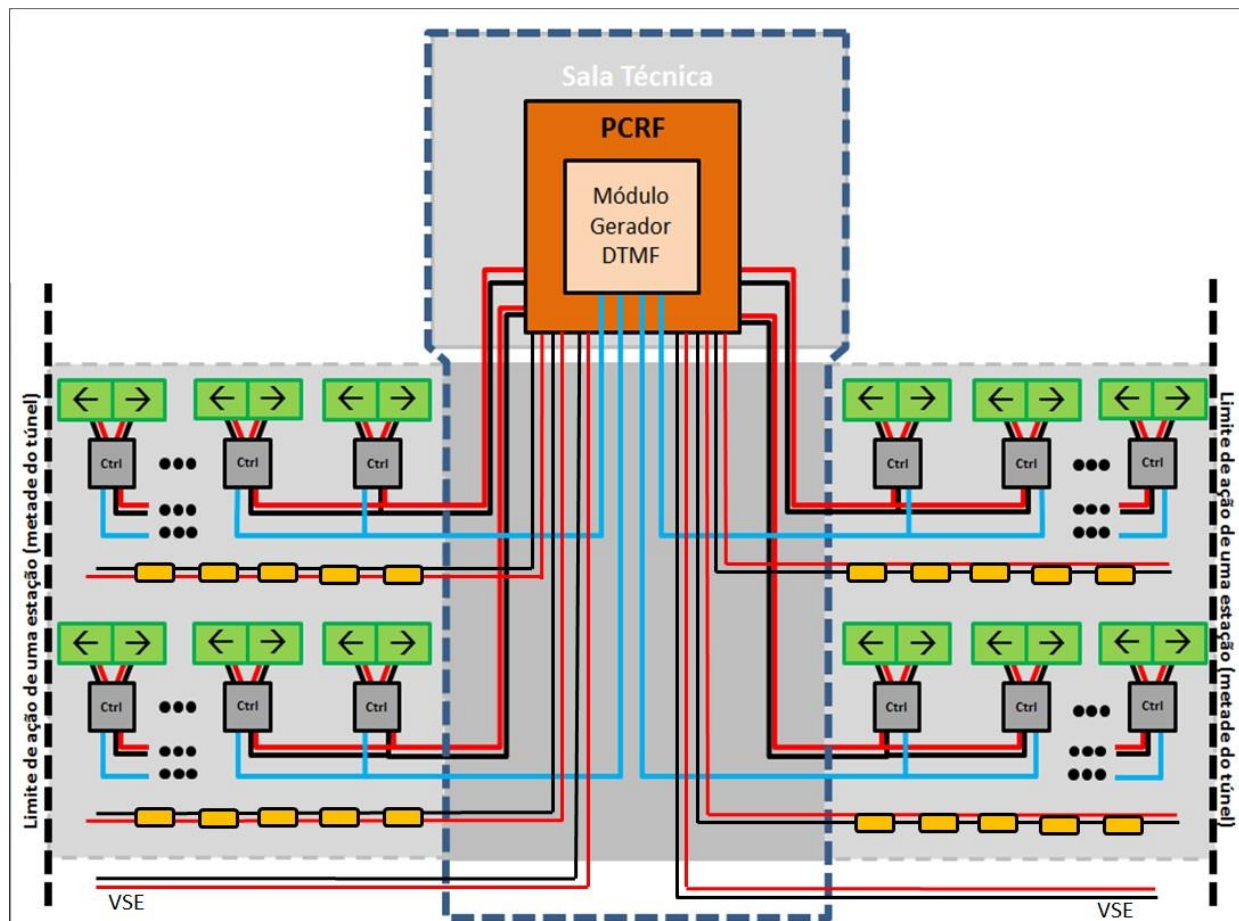



Figura 3.6.6.3 – Arquitetura geral

No CC5 e no CCO Vergueiro, serão fornecidos 2 servidores centrais (um por localidade) que concentram todos os dados recebidos dos servidores das estações novas e faz integração com o sistema existente do SCAP das outras linhas. Além disso, também é fornecido um servidor de Bilhete Único para tratamento de possíveis integrações com o SCAP existente.

Os servidores centrais do SCAP contém a base de dados e executam uma série de processos backend que permitem tanto a comunicação com os dispositivos de estação, como a parametrização e processamento das transações geradas pelos mesmos. Há também uma aplicação de IHM acessível por web, para ser utilizada nas estações de trabalho.

3.7 Sistemas Auxiliares (AUX)

3.7.1 Ventilação Principal

3.7.1.1 Descrição do Sistema de Ventilação Principal (SVP)

a) Finalidade

O Sistema de Ventilação Principal implantado na Linha 5 – Lilás visa atender às seguintes necessidades:

- Remoção do calor dissipado nos túneis e estações pelos trens (frenagem, acessórios, etc.), passageiros, equipamentos, iluminação, etc.;
- Renovação do ar dos ambientes subterrâneos para evitar excessiva concentração de contaminantes no ar, assegurar número de trocas mínimas conforme ITs do Corpo de Bombeiros de São Paulo;
- Direcionamento e remoção de calor e/ou fumaça (ou outros contaminantes no ar) em caso de incêndio ou outros acidentes (emergência);
- Redução dos efeitos de pressão (sobre pressão e depressão) e velocidade do ar devido à movimentação dos trens (efeito pistão).

b) O sistema

O sistema de ventilação principal é composto basicamente por sistema de exaustão e insuflação, nas estações, e sistema de exaustão e pressurização, nos poços de ventilação e saídas de emergência (PV/SE), sendo que o sistema é composto por subsistemas mecânicos, elétricos e de controle.

c) Localidades

Abaixo, tabela a titulo de orientação em relação aos locais em que temos instalados o SVP.

Unidade de Ventilação (UV)	Estação	PV/SE
Adolfo Pinheiro	Adolfo Pinheiro	PV/SE Delmiro Sampaio PV/SE Paulo Eiró
Alto da Boa Vista	Alto da Boa Vista	PV/SE Alexandre Dumas
Borba Gato	Borba Gato	PV/SE São Sebastião
Brooklin	Brooklin	PV/SE Roque Petrella
Campo Belo	Campo Belo	SE Jesuíno Maciel PV/SE Bandeirantes
Eucaliptos	Eucaliptos	PV/SE Rouxinol
Moema	Moema	PV/SE Olímpico
AACD/Servidor	AACD/Servidor	PV/SE José de Magalhães
Hospital São Paulo	Hospital São Paulo	PV/SE Botucatu
Santa Cruz	Santa Cruz	PV/SE Jorge de Melo
Chácara Klabin	Chácara Klabin	PV/SE Dionísio da Costa

d) Ventilação nas estações

Temos exaustão em todas as estações e insuflação nas estações Santa Cruz e Chácara Klabin. O sistema de exaustão atua na região sob as plataformas e a de insuflação na região das plataformas e/ou mezaninos.

e) Pressurização das Saídas de Emergência

Nos PV/SE's temos instalados sistema de pressurização, que garante ar livre de contaminantes e uma rota de fuga segura aos usuários em caso de emergência.

f) Ventilação dos Túneis

Nos trechos de túneis, a exaustão é feita através de equipamentos (ventiladores) instalados nos PV/SE's, nesse local a admissão de ar é feita através das estações adjacentes.

g) Ventiladores Axiais

Na ventilação dos túneis e das estações subterrâneas foram utilizados ventiladores axiais, os quais foram instalados em canais de ventilação próprios e montados isoladamente ou em grupos de dois ou mais ventiladores, em paralelo, na posição horizontal ou vertical.

Os exaustores de túneis (ET) e os insufladores de estação (IE) podem operar em 50%, 75% ou 100% da vazão nominal.

h) Ventiladores Centrífugos

Nos PV/SE's foram instalados ventiladores centrífugos. Eles têm a função de pressurizar às rotas de fuga, evitando assim a entrada de fumaça nesses locais.

i) Atenuador de Ruído

Os atenuadores de ruído foram instalados a jusante e a montante dos ventiladores axiais.

j) Dutos Metálicos e Plenuns

Os dutos são de perfis de aço-carbono galvanizados conforme especificações técnicas.

k) Registros

- Registros do tipo "Veneziana" de Regulagem Manual;
- Registros do tipo "Veneziana" de Regulagem Automática (Registro Motorizado);
- Registros de Sobre pressão.

l) Motores Elétricos

Os motores dos ventiladores axiais possuem dispositivos adicionais para proteção de:

- Sobre temperatura dos mancais, com sensor tipo PT100;
- Sobre temperatura do estator, com sensor tipo PT100 em cada fase.

Além desses dispositivos, existem acelerômetros nos mancais do motor, para monitoração da vibração do equipamento.

Os motores dos ventiladores axiais tem previsão para operar continuamente durante (24 h/dia), e operam em condições de emergência (incêndio) sob temperatura de 250 °C durante duas horas, sem apresentar falhas.

m) Detectores de Fumaça por Aspiração

Foram instalados detectores de fumaça por aspiração nos PV/SE´s, junto às Saídas de Emergência pressurizadas, assim como junto às tomadas de ar de pressurização.

n) Sensores de Temperatura

Instalados nos túneis para determinar os níveis de vazão dos ventiladores de exaustão dos túneis.

o) Botões de Emergência

Instalados junto às portas das saídas de emergências.

p) Lâmpadas Piscantes (tipo "flash")

Instaladas nas saídas de emergência e tem a função de sinalizar as localizações das portas de saída.

q) Centro de Controle de Motores – CCM.

Nas salas técnicas de cada estação, e nos Poços de Ventilação, existe um CCM para os equipamentos do SVP, que possuem:

- Sistema de alimentação elétrica redundante;
- IHM de controle, com supervisório e acionamento de todos os equipamentos.

r) PCL – Painéis de Comando Local.

Todos os equipamentos motorizados (ventiladores, registros, etc.) possuem um painel de comando próximo aos equipamentos acionados.

Nestes painéis, existe botoeira para acionamento dos equipamentos e seleção de comando local-remoto.

s) Requisitos de Desempenho

- Os ventiladores atendem, no mínimo, os seguintes requisitos operacionais:

	Exaustores de Túnel (ET)	Exaustores de Estação (EE)	Insufladores de Estação (IE)	Ventiladores Centrífugos (VC)
Vazão mínima do conjunto (m³/s)	220	130	90	10

- Os limites máximos de ruído resultantes da operação dos ventiladores do SVP atende a Lei n°13.885, de 25/08/2004, do Município de São Paulo e também as normas da ABNT NBR 10151 e NBR 10152.

t) Normas e Legislações

Normas, leis e decretos específicos necessários a cada sistema ou equipamento:

ASHRAE 90.1	Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings;
AMCA 210	Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating;
AMCA 250-05	Laboratory Methods of Testing Jet Tunnel Fans for Performance;
AMCA 300-08	Reverberant Room Method for Sound Testing of Fans;

AMCA 303-79	Application of Sound Power Level Ratings for Fans;
ANSI/IEEE-C.37.13	Standard for Definite-Purpose Switching Devices for Use in Metal-Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear - Amendment: Revise Short-Circuit Rating and Test Requirement;
ANSI-C.37.16	Low Voltage Power Circuit Breakers – Preferred Ratings and Appli Recommendations;
EN 12101-3	Smoke and Heat Control Systems;
EN 61800-3	Adjustable Speed Electrical – Power Drive Systems Part 3 : EMC Pr Standard Including Specific Test Methods;
EN 55011	Limits and methods of measurement of radio disturbance characterist industrial, scientific, and medical (ISM) radio-frequency (deverá estar da classificação B1);
IEC 61000	Eletromagnetic Compability;
ISO 13350	Performance Testing for Jet Fans;
ISO 1940/1	Balance Quality Requirements of Rigid Rotors;
ITS – 9, 11, 13, 14	Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo;
NBR 7034	Materiais Isolantes Elétricos;
NBR 10082	Vibração Mecânica de Máquinas com Velocidades de Operação de 12000 rpm;
NBR 10151	Avaliação de Ruído em Áreas Habitadas;
NBR 10152	Níveis de Ruído para Conforto Acústico;
NBR 10082	Vibração Mecânica de Máquinas com Velocidades de Operação de 1200 rpm;
NBR 13488	Fibras Ópticas tipo Monomodo de Dispersão Normal;
NBR 13570	Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público / Requ Específicos;
NBR 14039	Instalações Elétricas de Média Tensão;

NBR 15661	Proteção Contra Incêndio em Túneis;
NBR 16401-1	Instalações de Ar Condicionado – Projeto das Instalações;
NBR 16401-3	Instalações de Ar Condicionado – Qualidade do Ar Interior;
NBR 17240	Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio;
NBR 5410	Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
NBR IEC 60439-1	Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa Tensão;
NBR IEC 60529	Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos;
NBR IEC 60947-2	Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão;
NBR ISO 9001	Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos;
NFPA 92	Standard for Smoke Control Systems;
NFPA 130	Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems;
NFPA 204	Standard for Smoke and Heat Venting;
NR - 10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
NR - 11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais.

Decreto Estadual nº 56.819, de 10 de março de 2011, que instituiu o regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo.

3.7.2 Ventilação Auxiliar (VA)

3.7.2.1 Descrição Geral

a) Finalidade

O Sistema de VA implantado na Linha 5 – Lilás visa atender às seguintes necessidades:

- Assegurar bem estar das pessoas;
- Renovação do ar;
- Atender legislações vigentes de qualidade de ar em ambientes internos;
- Assegurar o bom desempenho dos equipamentos instalados nesses locais.

b) O sistema

O sistema de ventilação auxiliar é composto basicamente por sistema de exaustão e insuflação nas salas técnicas e operacionais, localizadas nas estações e no Pátio Guido Calói, sendo que o sistema é composto por subsistemas mecânicos, elétricos e de controle.

c) Localidades

Abaixo, tabela a titulo de orientação em relação aos locais em que temos instalados o sistema de VA:

Estações	Pátio
Adolfo Pinheiro	Guido Calói
Alto da Boa Vista	
Borba Gato	
Brooklin	
Campo Belo	
Eucaliptos	
Moema	
AACD/Servidor	
Hospital São Paulo	
Santa Cruz	
Chácara Klabin	

d) Processos de ventilação

No projeto da rede de dutos foi considerado o espaço disponível para a difusão/absorção do ar, níveis de ruído, vazamento nos dutos, balanceamento nos dutos e grelhas, controle de poluentes e temperatura.

Os sistemas de ventilação operam 24 horas por dia.

O acionamento do sistema ocorrerá através do quadro de comando local, de forma manual ou remota, a critério do sistema de baixa tensão.

Para cada ambiente as trocas de ar foram calculadas individualmente de acordo com normas especificas.

e) Equipamentos

A instalação do sistema de ventilação divide-se em sistemas mecânicos, elétricos e de controle.

- Sistemas Mecânicos
    - Ventiladores centrífugos e seus respectivos motores;
    - Absorvedores de ruído;
    - Registros de vazão;
    - Dutos metálicos;
    - Dampers de regulagem de vazão e corta-fogo;
    - Grelhas e registros;
    - Colarinhos;
    - Telas;
    - Venezianas;
    - Suportes e elementos de fixação;
    - Chapas defletoras;
    - Portas acústicas;
    - Juntas de expansão;
    - Filtros de ar;
    - Sensor de fluxo de ar (ou pressão) nos dutos de pressurização;
    - Registro de sobre pressão (no caso da pressurização).
- Sistemas Elétricos

  Compreende a interligação do ponto de força cedido pelo sistema de baixa tensão até o ventilador, painel de comando local e controle e elementos de proteção.

  A tensão para a alimentação dos equipamentos são as seguintes:
    - Tensão nominal - 460 V ± 10%, Trifásico + TERRA, 60 Hz (+ 5%).
    - Tensão nominal - 220 V ± 10%, Bifásico + TERRA, 60 Hz (+ 5%).
- Controle

  Para o controle local, o ventilador possui duas modalidades:
    - Manual - Neste modo, é possível através do quadro do controle local comandar a partida e desligamento do ventilador;
    - Automático - Neste modo de operação é possível a partida, controle e sinalizações do ventilador.

A operação básica dos sistemas deve ser no modo "automático".

f) Requisitos de fabricação

Os sistemas instalados são executados de forma a atender a todos os critérios construtivos e de materiais expostos, considerando que os locais onde o trabalho é executado requerem concentração permanente de pessoas, logo: níveis de ruído baixos, adequada renovação de ar sem velocidades excessivas, e atendimento às atuais recomendações e Portarias do Ministério do Trabalho.

A rede de dutos é executada em chapa de aço galvanizado, sendo unida por flanges condizentes com as dimensões e alinhados, de forma a se obter um bom resultado estético, evitar vazamentos e permitir sua fácil desmontagem.

g) Requisitos de instalação

Em todas as etapas do projeto de ventilação foi considerado o espaço disponível entre os equipamentos e o acesso a eles, espaço para difusão do ar, níveis de ruído, vazamento nos dutos.

Foi previsto acesso aos equipamentos e instrumentação necessários para a realização dos testes, e manutenções futuras.

h) Requisitos de desempenho

Rigidez estrutural: verificado aperto de fixação das partes entre si e com as obras civis e da correta execução de reforços a fim de evitar vibrações e outros danos na operação;

Vazamentos/vazões: verificado estanqueidade de dutos, registros, tubulações;

Balanceamentos: verificado o balanceamento executado com vistas aos limites especificados em normas técnicas;

Níveis de ruído verificados conforme o limite previsto em normas específicas.

Utilização para sistemas de conforto, com rotores de classe III e IV de simples aspiração.

Os ventiladores podem operar 24 horas por dia continuamente, por esta razão os equipamentos apresentam características técnicas adequadas.

i) Normas e Legislações

NBR 10152 - Níveis de Ruído para Conforto Acústico
NBR 17094 - Máquinas Elétricas Girantes - Motores de Indução Parte 1: Trifásicos
NBR 10082 - Vibração ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
AISI - American Iron and Steel Institute
CEN - Comité Européen de Normalisation
ISO - International Organization for Standardization
ANSI - American National Standards Institute;
ASTM - American Society for Testing and Materials;
AMCA - Air Movement and Control Association;
DIN - Deutsches Institut für Normung
IEC - International Eletrotechnical Commission;
NEMA - National Electrical Manufacturers Association;
ASHRAE - American Society For Heating, Refrigerating and Air Condictioning

NFPA - National Fire Protection Association;SMACNA - Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association.
NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão
NBR 13570 - Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público / Requisitos Específicos
NBR 7008 - Chapas e Bobinas de Aço Revestidas com Zinco ou com liga Zinco-Ferro pelo Processo Contínuo de Imersão à Quente
NBR ISO 9001 - Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos
NBR 10151 - Avaliação de Ruído em Áreas Habitadas
Mecânica de Máquinas com Velocidades de Operação de 600 a 12000rpm
NBR 11003 - Tintas – Determinação da Aderência
NBR 16401 - Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários (referência para estabelecimento do grau de filtragem no sistema de insuflação e controle de qualidade do ar)
ISO 1940/1 - Balanceamento de Rotores Rígidos
AMCA 210 - Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating
NBRIEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP)
NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais

3.7.3 Ar Condicionado

3.7.3.1 Descrição do Sistema de Ar Condicionado (AC)

a) Finalidade

O Sistema de ar condicionado implantado na Linha 5 – Lilás visa atender às seguintes necessidades:

- Garantir o bem estar das pessoas que ocupam os ambientes climatizados;
- Assegurar o perfeito funcionamento dos equipamentos eletrônicos;
- Prorrogar a vida útil dos equipamentos eletrônicos;
- Atender legislações vigentes.

b) O sistema

O sistema de ar condicionado é composto basicamente por sistema de climatização nas salas de equipamentos eletrônicos, bilheterias e sala de supervisão operacional (SSO) nas estações, e em salas de manutenção e treinamento no pátio Guido Caloi, sendo que o sistema é composto por subsistemas mecânicos, elétricos e de controle.

c) Localidades

A seguir, tabela a titulo de orientação em relação aos locais em que temos instalados o sistema de ar condicionado.

Estações	Pátio
Adolfo Pinheiro	Guido Calói
Alto da Boa Vista	
Borba Gato	
Brooklin	
Campo Belo	
Eucaliptos	
Moema	
AACD/Servidor	
Hospital São Paulo	
Santa Cruz	
Chácara Klabin	

d) Dados internos do ambiente para conforto:

– Temperatura de bulbo seco interno no verão e inverno: 24ºC;

– Umidade relativa no verão (para carga sensível máxima): 50%.

e) Ambientes climatizados

– Salas de Equipamentos Eletrônicos (SEE)
Ambiente que abriga equipamentos eletroeletrônicos que permitem o comando e a supervisão dos sistemas de alimentação elétrica e de sinalização.

– Bilheterias
Ambientes destinados à utilização simultânea de mais de uma pessoa, que exercem atividades de venda de bilhetes ao público.

– Salas de Supervisão Operacional (SSO)
Ambientes destinados à utilização simultânea por várias pessoas e que abrigam instalações, equipamentos e sistemas destinados, diretamente ou indiretamente, à prestação de serviços para o transporte metroviário.

– Pátio de Manutenção
Ambientes destinados à utilização simultânea por várias pessoas e que abrigam instalações de treinamento e manutenção.

f) Condicionadores de ar

Os condicionadores de ar utilizados são do tipo “Self” Remoto ou Contained, "Split System” e/ou Central com refrigeração a ar.

Fluido refrigerante utilizado não é considerado SDO (Substância Destruidora da Camada de Ozônio), conforme Decreto Estadual nº 41629, anexo I, de 10 de março de 1997.

No projeto da rede de dutos considerou-se o espaço disponível para a difusão e o retorno do ar, níveis de ruído, vazamento entre dutos, balanceamento, controle de poluentes e temperatura.

Os sistemas podem operar 24 horas por dia.

O acionamento dos sistemas ocorre através do Quadro de Comando do Ar Condicionado (QCAC).

g) Equipamentos

Os sistemas operam dentro da sua capacidade nominal e de acordo com as normas do fabricante, e em conformidade com ABNT.

A instalação do sistema de condicionamento de ar divide-se basicamente em sistemas mecânicos e sistemas elétricos, sendo:

- Sistemas Mecânicos

  Unidades condensadoras e evaporadas; · filtros;· registros de vazão;· dutos metálicos;· difusores;· suportes e elementos de fixação;· chapas defletoras;· quadro da chave seccionadora;· quadro de comando do ar condicionado.

- Sistemas Elétricos

  Compreende a interligação do ponto de força, cedido pelo sistema de baixa tensão, até as unidades de condicionamento de ar, painel de comando local com elemento de proteção.

  A tensão fornecida para a alimentação dos equipamentos a serem fornecidos são as seguintes:

  Tensão nominal - 220 V ± 10%, Bifásico + Terra, 60 Hz (+ 5%).

- Motor

  Para efeito de dimensionamento dos motores foram tomadas como base as seguintes condições ambientais:

  Todo motor deverá ter placa de identificação firmemente fixada, através de pinos, em local acessível do motor. A placa deverá ser de aço inoxidável.

  - Temperatura ambiente de referência... 40ºC

- Temperatura mínima.. 0ºC
- Altitude acima do nível do mar .... 800 m
- Umidade relativa (média) .... 85 %

A classe de isolação é "B" e que é ser capaz de suportar a corrente nominal de plena carga com elevação de temperatura, acima do ambiente, não excedendo os valores estabelecidos na norma NBR-7094 da ABNT.

– Dutos Metálicos
A rede de dutos é executada em chapa de aço galvanizada e apresenta bom acabamento e aspecto estético, alinhados, de forma a se obter um bom resultado estético, evitar vazamentos e permitir sua desmontagem fácil.

– Difusores
Instalados na rede de dutos da estação nos sistemas de condicionamento de ar, são responsáveis por distribuir adequadamente o ar nos ambientes.

– Aletas direcionadoras
Executadas em chapa de aço galvanizada e acabadas superficialmente de maneira que permitam bom escoamento de ar.

3.7.3.2 Requisitos operacionais

Para o controle local, o sistema comporta duas modalidades.

– Manual:
Neste modo, é possível através do painel do controle local comandar a partida e desligamento do sistema de condicionamento de ar in loco.

– Automático:
Neste modo de operação é possível se verificar a partida, controle e sinalizações dos sistemas remotamente.

A operação básica dos sistemas é no modo "automático".

– Sinalização: ligado e desligado;· falha do compressor;· estado da chave seccionadora;· local e remoto

– Comando: liga e desliga

3.7.3.3 Requisitos de instalação

As unidades condensadoras, evaporadoras, suas peças e acessórios, foram projetados para resistirem aos esforços estáticos e dinâmicos e a fadiga para as características de desempenho.

Após a instalação de cada equipamento ou componente do sistema, foram feitas verificações para liberar os mesmos, assim, foram verificados itens como:

- fixações (amortecedores, difusores, diafragmas, etc.);
- vibrações (ventiladores, registros, difusores, etc.);
- acionamentos (ventiladores, registros, etc.);
- automatismos;
- alinhamentos (dutos, ventiladores, difusores, flanges, etc.);
- estanqueidade (dutos, registros, etc.);
- ligações elétricas (QCS, motores, sistemas de controle, etc.);
- aterramentos (painéis, motores, etc.);
- proteções e dispositivos de segurança (ventiladores, motores, etc.);
- limpeza (sensores, painéis, circuitos elétricos, etc.);
- comandos e sinalizações (painéis de controle, etc.).

3.7.3.4 Filtragem de ar

No sistema de condicionamento de ar foram instalados, onde necessários, conjuntos de filtragem para a remoção do pó, particulado sólido fino, contaminantes e, se necessário, odores.

Filtros

Devem garantir uma boa eficiência contra fração fina da poeira atmosférica conforme NBR-16401.

3.7.3.5 Requisitos de Desempenho

Níveis de ruído: emissão de ruídos em decorrência de qualquer funcionamento dos sistemas na estação deve obedecer, no interesse da saúde e do sossego, as diretrizes e os critérios estabelecidos pela CETESB, observando a classificação básica municipal de ocupação do solo. Os níveis de ruídos atendem aos requisitos estabelecidos pela NBR 10152, Níveis de Ruídos para conforto acústico, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. A avaliação do ruído no interior e exterior das edificações atendem aos requisitos estabelecidos pela Norma NBR 10151 – Avaliação do Ruído em áreas habitadas, visando conforto da comunidade.

Conforto térmico: Verificado conforme padrões predefinidos em normas específicas.

Motores: Adequado para operar em serviço contínuo, partida direta a plena carga;

Filtros: Bolsas soldadas, inexistência de vazamentos de ar, autossustentadas mesmo sem vazão de ar.

3.7.3.6 Normas e Legislações

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEN - Comité Européen de Normalisation

ISO - International Organization for Standardization

ASTM - American Society for Testing and Materials

DIN - Deutsches Institut für Normung

IEC - International Eletrotechnical Commission

ASHRAE - American Society For Heating, Refrigerating and Air Condictioning Engineers, Guide and Data Book;

SMACNA - Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association

NFPA - National Fire Protection Association

NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão

NBR 13570 - Instalações Elétricas em Locais de Afluência de Público / Requisitos Específicos

NBR ISO 9001 - Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos

NBR 16401 - Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários

NBR 10151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas

NBR 10152 - Níveis de Ruído para Conforto Acústico

NBR 15220-2 - Desempenho Térmico de Edificações

NBR 7008 - Chapas e Bobinas de Aço Revestidas com Zinco ou com liga Zinco-Ferro pelo Processo Contínuo de Imersão à Quente

ANSI/ASHRAE - Practice for Measurement, Testing, Adjusting an Balancing of Building Hearing, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration

System

ARI 550/590 - Performance Rating of Water Chilling Packages, Using the Vapor

Compressor Cycle

SMACNA 1985 - Air Duct Leakage Test Manual

SMACNA 2005 - Duct Construction Standards

NFPA 90A - Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilation

INSTRUÇÃO NORMATIVA IN n° 037/04 – IBAMA

INSTRUÇÃO NORMATIVA IN n° 010/01 – IBAMA

RESOLUÇÃO ANVISA Nº 09, DE 16 DE JANEIRO DE 2003 – Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 03 de 28 de junho de 1990 – Padrões de Qualidade do Ar

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 267 de 14 de setembro de 2000 – Substâncias Utilizadas na Refrigeração

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 340 de 25 de setembro de 2003 – Cilindros para Armazenamento dos Gases

NORMAS REGULAMENTADORAS (NR) – Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho.

3.7.4 Escadas Rolantes

3.7.4.1 Descrição do sistema de escadas rolantes (ER)

a) Finalidade

O Sistema de escadas rolantes implantado na Linha 5 – Lilás visa atender às seguintes necessidades:

- Facilitar a locomoção de usuários entre os diferentes níveis da estação;
- Atender legislações de acessibilidade;
- Agilizar a evacuação dos passageiros nas plataformas.

b) O sistema

O sistema de escadas rolantes é composto basicamente por escadas rolantes que interligam as plataformas, mezaninos e acessos das estações, sendo que o sistema é composto por subsistemas mecânicos, elétricos e de controle.

c) Localidades

Abaixo, tabela a titulo de orientação em relação aos locais em que temos instaladas escadas rolantes:

Estações
Adolfo Pinheiro
Alto da Boa Vista
Borba Gato
Brooklin
Campo Belo
Eucaliptos
Moema
AACD/Servidor
Hospital São Paulo
Santa Cruz
Chácara Klabin

3.7.4.2 Características técnicas:

A largura total da ER, incluindo treliça, mecanismos de acionamentos e balaustrada, não é superior a 1,70 m (um metro e setenta centímetros).

A largura dos degraus, ou seja, a dimensão livre entre os rodapés da Escada Rolante, não são inferior a 1,00 m.

O ângulo de inclinação da escada rolante é de 30º (trinta) graus.

As escadas rolantes possuem velocidade nominal de 0,20 m/s a 0,75 m/s.

A escada deverá permitir um ajuste de velocidade até 0,75m/s, parametrizável em modo de operação.

A capacidade teórica da escada rolante, em função da velocidade nominal de 0,75 m/s e largura do degrau de 1,00 m, é de 13.500 pessoas por hora.

A passagem da velocidade baixa para a velocidade alta, ou vice-versa, deve ser de forma suave, segura e confortável.

As Escadas Rolantes são projetadas e construídas para operar normalmente em ambos os sentidos.

3.7.4.3 Características construtivas

Para a estrutura, bem como para todos os equipamentos mecânicos e materiais são garantidos os coeficientes de segurança exigidos nas respectivas normas, para que suportem a carga de ruptura

mínima calculada, levando em consideração o tipo de escada rolante para serviço público, as quais estão sujeitas às condições especiais de operação.

Para o MTBF (tempo médio entre falhas) do circuito de segurança, bem como para as condições de parada da escada rolante, foram observados os requisitos das respectivas normas.

Sistemas de segurança de modo geral foram previstos em conformidade com as normas especificas.

Todos os componentes das Escadas, sem exceção, são constituídos em material não propagador de chama.

Todos os pontos de lubrificação possuem fácil acesso, tanto para alimentação como para retirada de lubrificante.

A instalação do respectivo QCER, quando possível, foi instalada na proximidade da cabeceira superior, em locais específicos.

Os equipamentos / componentes elétricos suportam as solicitações resultantes das sobre tensões que possam ocorrer e os esforços eletrodinâmicos devidos aos níveis de curto-circuito especificado.

O motor é protegido contra sobrecarga e garantir uma proteção térmica interna a este.

3.7.4.4 Características operacionais:

- Controle Local

  Neste controle é possível executar nas cabeceiras superior e inferior da escada rolante, os comandos locais, obter as sinalizações de estado e as de falhas da ER.

  Neste controle são possíveis os seguintes comandos que tem prioridade sobre os demais: "Liga/desliga", "Sobe/desce", "Parada de emergência", "Reset / Rearme"

- Sinalização para Usuários

  - Quando acionado o comando de subida, no acesso inferior, é indicada uma sinalização luminosa verde, indicando sentido ascendente permitido e, no acesso superior, indicada uma sinalização luminosa vermelha, indicando sentido descendente proibido.
  - Quando acionado o comando de descida, no acesso superior é indicada uma sinalização luminosa verde, indicando sentido descendente permitido e, no acesso inferior, uma indicação de sinalização luminosa vermelha, indicando sentido ascendente proibido.
  - Quando a escada rolante estiver parada pelo pessoal de operação, toda a sinalização operacional deve ser desligada.

- Sinalização das Falhas

Estas são agrupadas em um único sinal de ocorrência de falhas.

- Comandos

  Cada escada rolante possui os seguintes comandos remotos que serão precedidos por alarmes sonoros e luminosos locais, intermitentes, durante um período de tempo predeterminado (0 a 15 segundos).

  - "Liga/desliga"

    Comando que se selecionado na opção "liga", permite o funcionamento normal da Escada Rolante escolhida.

  - "Sobe/Desce"

    Comando que deve acionar a Escada Rolante no sentido de movimento da opção escolhida.

  - "Parada total"

    Comando que permite a parada ou inibição de todas as Escadas Rolantes da estação, independente da origem de outros comandos.

3.7.4.5 Requisitos de Desempenho

As ER's são projetadas levando-se em consideração a operação de 20 horas por dia, 140 horas semanais, como parte integrante do sistema de transporte de massa de grande fluxo, por um período de tempo estimado em torno de 25 anos.

As ER's devem ser dimensionadas para o transporte "teórico" compatível com as dimensões e velocidades predefinidas.

O projeto da ER garante a construção isenta de vibrações, com o nível máximo de ruídos de 65 dB, escala A, medido ao longo do eixo central das Escadas Rolantes e a uma altura de 1,50 m (um metro e meio) dos pisos dos degraus.

3.7.4.6 Normas e Legislações

Deverão ser obedecidas no mínimo as normas e recomendações abaixo relacionada:

- NBR NM 195 Escadas rolantes e esteiras rolantes – Requisitos de segurança para construção e instalação;
- NBR 10147 Escadas rolantes e esteiras rolantes – Inspeções e ensaios de aceitação, periódicos e de rotina;
- NBR 14021 Transporte - acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano;
- DIN 51802 Testing lubricating greases for their corrosion-inhibiting properties by the SKF Emcor method;

- DIN 51807 -1 Testing of lubricants; Test of the behavior of lubricating greases in the presence of water; Static test; ASME A17.2 Guide for Inspection of Elevators, Escalators, and Moving Walks;
- Leis, Regulamentações e Resoluções vigentes, inclusive as específicas da Prefeitura do Município de São Paulo.

3.7.5 Elevadores

3.7.5.1 Descrição do Sistema de Elevadores (EV)

a) Finalidade

O Sistema de Elevadores implantado na Linha 5-Lilás visa atender às seguintes necessidades:

- Facilitar a locomoção de usuários entre os diferentes níveis da estação e pátio;
- Atender legislações de acessibilidade;
- Agilizar a evacuação dos passageiros nas plataformas.
- Facilitar a locomoção de equipamentos para manutenção (pátio).

b) O sistema

O sistema de elevadores é composto basicamente por elevadores que interligam as plataformas, mezaninos e acessos das estações e pátios, sendo que o sistema é composto por subsistemas mecânicos, elétricos e de controle.

c) Localidades

Abaixo, tabela a titulo de orientação em relação aos locais em que temos instalados elevadores.

Estações	Pátio
Adolfo Pinheiro	Guido Calói
Alto da Boa Vista	
Borba Gato	
Brooklin	
Campo Belo	
Eucaliptos	
Moema	
AACD/Servidor	
Hospital São Paulo	
Santa Cruz	
Chácara Klabin	

3.7.5.2 Descritivo Geral

Os elevadores estão instalados em locais com intensa circulação de passageiros, com seus acessos sujeitos a ação das chuvas (ao tempo) e em ambientes sujeitos à poluição atmosférica industrial e urbana, os seus componentes (elétricos e mecânicos) estão adequadamente protegidos contra ações dessa natureza. Botoeiras, displays, dispositivos de segurança de fechamento das portas e outras partes do elevador, que estão sobre ação do tempo, possuem grau de proteção adequado.

Interligar os principais níveis físicos das Estações, seus acessos, salas Técnicas e Operacionais e Terminais, onde haja a circulação de passageiros, em número adequado à demanda prevista.

Os elevadores são convencionais elétricos do tipo sem casa de máquinas, equipados com CLP (Controlador Lógico Programável), adaptados para "pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida", em conformidade com os requisitos da NBR NM 207 e NBR 15 655-1 e NBR 16.042.

3.7.5.3 - Características técnicas e construtivas

Os elevadores são convencionais para transporte geral e de pessoas portadoras de necessidades especiais (PNE), com acionamento elétrico na própria caixa de corrida, sem casa de máquinas, com alarme sonoro, anunciador verbal, intercomunicador, luz de emergência etc..

Os projetos e as instalações dos elevadores, bem como seus equipamentos e componentes, são compatíveis com os demais sistemas e equipamentos com os quais possuem interfaces, quer seja

nos aspectos de obras civis/acabamentos de arquitetura, nos aspectos funcionais com outros sistemas implantados nas estações ou pátios, tais como de sistemas de alimentação elétrica, de telecontrole e de aterramento, como também quanto aos requisitos de montagem, instalação e operação.

As Portas de Emergência possuem dispositivo elétrico de segurança que impede o funcionamento do elevador quando estiverem abertas, conforme norma ABNT NM 207 E NBR 16.042.

São previstos dispositivos necessários para a proteção e segurança dos equipamentos e seus usuários, conforme a norma ABNT NM 207 e NBR 15 665-1 e NBR 16.042.

A estrutura que suporta a plataforma e a cabina deve ser em perfis de aço, equipada com corrediças adequadas e possuir dispositivos de segurança.

Velocidade mínima de 60 m/mim, para aplicações gerais.

3.7.5.4 Características operacionais

a) Gerais
Para o controle local, o elevador comporta duas modalidades. Sua operação básica deve ser no modo "automático" e através de chave de comando com segredo, localizada no painel interno da cabina, deve permitir a passagem para o modo "manual", sendo:

- Manual - Neste modo, é possível, através da botoeira da cabina, comandar a seleção do pavimento desejado e fechamento e abertura de portas não temporizada do elevador.

  Este comando deve ser provido de chave com segredo e somente serão utilizados por funcionários autorizados.

- Automático - Neste modo de operação é possível a chamada e comando do elevador pelo próprio usuário.

  Neste caso, para o comando do elevador, existem botões de chamada, um para cada pavimento, instalados na cabina, todos ligados ao quadro de comando do elevador (QCEV), de maneira que todas as chamadas ficam nele registradas e que sejam atendidas.

  A abertura e fechamento das portas são automáticos e temporizados.

Obs: Em qualquer situação de controle, manual ou automático, as portas do elevador quando em repouso, ou seja, não sendo utilizadas, permanecem fechadas.

b) Anúncio Verbal
Para todos os pavimentos servidos, a cada parada da cabina, soa automaticamente um anúncio verbal informando o pavimento que está sendo atendido.

3.7.5.5 - Requisitos de Desempenho

As especificações técnicas e projetos levam em consideração que os elevadores devem operar normalmente durante 140 horas semanais, por um período de tempo estimado em torno de 25 anos, como parte integrante do sistema de transporte público de massa e os índices de confiabilidade, disponibilidade, manutenção e segurança compatíveis com os sistemas/equipamentos existentes.

Os elevadores foram instalados em locais com intensa circulação de passageiros, com seus acessos sujeitos a ação das chuvas (ao tempo) e em ambientes sujeitos à poluição atmosférica industrial e urbana.

O projeto do elevador garante uma construção isenta de vibrações, o nível máximo de ruídos deve ser de 65 dB, escala A, medidos na cabina, portas dos pavimentos, poço, casa de máquinas, a uma altura de 1,50m (um metro e meio) dos respectivos pisos.

Para cada EV, foram realizados ensaios e testes, de acordo com os requisitos de normas especificas para esse sistema.

Antes de entrar em serviço, os elevadores foram inspecionados e ensaiados para verificar a conformidade com as normas nos seguintes pontos:

- Dispositivo de travamento;
- Portas de pavimentos;
- Freios de segurança;
- Limitadores de velocidade;
- Proteção para sobre-velocidade do carro ascendente, se houver;
- Para-choque de dissipação de energia, para-choques do tipo acumulação de energia com movimento de retorno amortecido e para-choque do tipo de acumulação de energia com características não lineares;
- Circuito de segurança contendo componentes eletrônicos.

3.7.5.6 - Normas e Legislações

ABNT - Associação Brasileira de normas Técnicas;
ANSI - American National Standards Institute;
ASTM - American Society for Testing and Material;
ISO - Internacional Organization for Standardization;
AISI - American Iron and Steel Institute;
CEN - Comité Européen de Normalisation
NBR 13994 - Elevadores de passageiros – Elevadores para transporte de pessoa portadora de deficiência;
NBR-NM 207 - Elevadores Elétricos de Passageiros – Requisitos de Segurança para Construção e Instalação;
NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;
NBR 13570 - Inst. Elétricas em Locais de Afluência de Público – Req. Específicos;
NBR NM 313 - Elevadores de Passageiros – Requisitos de Segurança para Construção e Instalação - Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência;
NBR 14.021 - Transporte - Acessibilidade no Sistema de Trem Urbano ou Metropolitano;
NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação;
NBR 7397 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio;
NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento;
NBR 7399 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo;
NBR 7400 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio;
NBRIEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP);
NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
NBR ISO 9001 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos;
ASME A17.2 - Guide for Inspection of Elevators, Escalators, and Moving Walks;
DIN EN 60204 / VDE 0113 - Safety of Machinery - Electrical equipment of machines;
NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
NBR 14712 - Elevadores elétricos – Elevadores de Carga, monta-cargas e elevadores de maca – Requisitos de segurança para projeto, fabricação e instalação;
NBR 16042 - Elevadores elétricos de passageiros — Requisitos de segurança para construção e instalação de elevadores sem casa de máquinas.

3.7.6 Monta Carga

3.7.6.1 Descrição do sistema de monta carga (MC).

a) Finalidade

O Sistema de monta carga implantado na Linha 5 – Lilás visa atender às seguintes necessidades:

- Facilitar a locomoção de carga entre os diferentes níveis no Pátio Guido Calói;
- Atender legislações de acessibilidade;

b) O sistema

O sistema de monta carga é composto basicamente por elevadores de pequeno porte destinados ao transporte de cargas, instalados no Pátio Guido Calói, sendo que o sistema é

composto por subsistemas mecânicos, elétricos e de controle.

c) Localidades

O monta carga será instalado no Pátio Guido Calói.

3.7.6.2 – Descritivo Geral

O monta cargas para o Pátio Guido Calói será de acordo com Normas da ABNT e incluindo também todos os equipamentos, acessórios e materiais que são necessários ao seu perfeito desempenho.

A máquina de tração é do tipo de engrenagem redutora e com polia de tração para cabos, com contrapeso, sendo o funcionamento suave.

Todos os materiais são novos e livres de quaisquer imperfeições que comprometam sua correta aplicação.

Os materiais atendem às prescrições das normas correspondentes mais recentes, onde cabíveis e de acordo com as suas características de aplicação.

O processo de tratamento superficial obedece à boa técnica e proporciona durabilidade aos componentes e equipamentos.

3.7.6.3 Características construtivas

Características gerais:

- Velocidade mínima de 0,3 m/s;
- Painéis em chapa de aço escovada;
- Carga nominal de 300 Kg;
- Cabina com as seguintes dimensões: 1,00x1,00x1,00m.

Conjunto máquina:

A concepção do projeto, características construtivas e funcionais, atende às normas e legislações vigentes. O conjunto de acionamento será ao longo das caixas de corridas dos respectivos monta cargas.

O acionamento deverá ser do tipo “corrente alternada - uma velocidade”, ou seja, o monta cargas parte diretamente da velocidade zero para sua velocidade nominal, invertendo o processo na frenagem.

3.7.6.4 Características operacionais do monta cargas:

Comando em monta cargas de duas paradas:

Foi instalado em cada pavimento uma botoeira com botões para expedir ou chamar o monta cargas, bem como fazer soar uma cigarra no pavimento oposto, quando a respectiva porta estiver aberta impedindo o funcionamento do monta cargas. As paradas nos pavimentos são feitas automaticamente.

3.7.6.5 - Requisitos de desempenho

A vida útil de funcionamento deverá ser prevista para 30 anos em condições normais de operação e de manutenção;

Garantir uma construção isenta de vibrações, o nível máximo de ruídos deve ser 65 dB.

3.7.6.6 - Normas e Legislação

ABNT - Associação Brasileira de normas Técnicas;
ANSI - American National Standards Institute;
ASTM - American Society for Testing and Material;
ISO - Internacional Organization for Standardization;
AISI - American Iron and Steel Institute;
CEN - Comité Européen de Normalisation
NBR 13994 - Elevadores de passageiros – Elevadores para transporte de pessoa portadora de deficiência;
NBR-NM 207 - Elevadores Elétricos de Passageiros – Requisitos de Segurança para Construção e Instalação;
NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;
NBR 13570 - Inst. Elétricas em Locais de Afluência de Público – Req. Específicos;
NBR NM 313 - Elevadores de Passageiros – Requisitos de Segurança para Construção e Instalação - Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência;
NBR 14.021 - Transporte - Acessibilidade no Sistema de Trem Urbano ou Metropolitano;
NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação;
NBR 7397 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio;
NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento;
NBR 7399 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo;
NBR 7400 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio;
NBRIEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP);
NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV;
NBR ISO 9001 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos ;
ASME A17.2 - Guide for Inspection of Elevators, Escalators, and Moving Walks;
DIN EN 60204 / VDE 0113 - Safety of Machinery - Electrical equipment of machines;
NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;

NBR 14712 - Elevadores elétricos – Elevadores de Carga, monta-cargas e elevadores de maca – Requisitos de segurança para projeto, fabricação e instalação.

3.7.7 Bombas e Controladores de Níveis

Conjunto de equipamentos para recalque de líquidos e seus respectivos periféricos

a) Finalidade

O Sistema de Bombas e Controladores de Níveis implantados na Linha 5-Lilás visa atender as seguintes necessidades: Recalque dos Sistemas de Água de Consumo, recalque dos Sistemas de Drenagem de Águas Pluviais e Lavagem, Recalque dos Sistemas de Esgoto, Pressurização dos Sistemas de Combate a Incêndio.

b) O Sistema

Os Sistemas de Bombas Hidráulicas e Controladores de Nível utilizados no trecho das estações Adolfo Pinheiro a Chácara Klabin, inclusa Subestação Primária Bandeirantes, PV's /VSE's, e o Pátio Guido Caloi, estão descritos a seguir:

- Os conjuntos de bombas, painéis, controladores e respectivos automatismos completam os sistemas hidráulicos instalados nos locais citados. Recebem a alimentação elétrica em tensão trifásica de 460 V, 60 Hz são monitorados pelo QCB – Quadro de Controle de Bombas, situado nas salas técnicas de cada estação/local;
- A interface entre bombas/ controladores de nível e o QCB é feita através dos PCL's – Painéis de Controle Local, que são instalados próximos às mesmas. As bombas, exceto casos específicos, tem redundância: bomba principal e bomba reserva.

c) Localizações

Podem-se diferenciar os conjuntos de bombeamento em função de sua finalidade/localização:

- Estações:
  - recalque de água limpa para consumo;
  - recalque de água para combate a incêndios;
  - recalque de água pluviais/drenagem e infiltração;
  - recalque de esgoto bruto;
  - recalque de águas do reservatório de retardo de águas pluviais.
- PV's/VSE's:
  - recalque de água pluviais/drenagem e infiltração;

- Subestação Primária Bandeirantes:
  - recalque de água pluviais/drenagem e infiltração;
  - recalque de água para combate a incêndios por hidrantes/mangueiras;
  - recalque de água para combate a incêndios por sistema fixo de água nebulizada (transformadores).
- Pátio Guido Caloi:
  - recalque de água limpa para consumo;
  - recalque de água para combate a incêndios;
  - recalque de água pluviais/drenagem e infiltração;
  - recalque de águas do reservatório de retardo de águas pluviais;
  - recalque de águas de reuso.

d) Equipamentos

- Moto-bombas

  As moto-bombas instaladas são todas do tipo centrífugo, com motores de indução e separadas em dois grupos: horizontais e submersíveis. São dimensionadas em função das características físicas do líquido bombeado, diferenças de nível, altura manométrica e outros parâmetros fundamentais ao seu desempenho.

  As características são diferenciadas em relação ao sistema hidráulico que atendem:

  - Recalque de água para consumo: tipo horizontal, IP-55;
  - Recalque de água para combate a incêndios: tipo horizontal, IP-55;
  - Recalque para águas pluviais, de lavagem/infiltração: tipo submersível, IP-68;
  - Recalque de água de chuva (reservatórios de retardo): tipo submersível, IP-68;
  - Recalque de esgoto bruto: Submersíveis, IP-68,: instaladas com base fixa, com conexão para recalque e tubos guias com suportes intermediários para operações de manutenção que necessite retirada de bomba.

- Controladores de Nível

  Os controladores de nível são equipamentos essenciais para a automatização dos sistemas de bombeamento, interligando-se aos PCL’s para gerar a lógica de comandos de ligar, desligar ou emitir alarmes das bombas.

Os sistemas considerados são do tipo boia com micros interruptores acionados por contra peso metálico. São mecanicamente robustos e dimensionados para suportar eventuais esforços mecânicos, tais como choques nas paredes de concreto em meio turbulento com garantia de absoluta estanqueidade. As regulagens de nível são realizadas por meio de contra peso fixo no cabo/boia. Os materiais de fabricação da boia, do cabo elétrico, suportes e contrapeso, são anticorrosivos, inodoros e atóxicos, não permitindo poluição do líquido.

Os controladores de nível possuem contatos NA (normalmente abertos) e NF (normalmente fechados), para permitir as operações básicas.

- Bombas Jóquei

  Estas são bombas complementares, selecionadas de tal forma que, para pequenos acréscimos na vazão nominal, apresentem decréscimo considerável em sua altura manométrica, o que possibilita as manobras de automatização do acionamento das bombas principais.

  As características mecânicas são idênticas às das bombas de consumo.

- Sistema de Acionamento das Bombas de Combate a Incêndio

  Nas estações, onde há reservatórios elevados, a água tem duas destinações: dois terços servem a água de consumo, e um terço para manter inundada toda a tubulação de combate a incêndio.

  Desta forma, a tubulação que serve aos hidrantes está conectada ao reservatório com a interposição de válvula de bloqueio e uma eletro-chave de fluxo. Esta é interligada ao sistema de controle das bombas de incêndio (QCB, PCL) sendo responsável nos casos de abertura de válvula em quaisquer hidrantes.

- Particularidades dos sistemas de bombeamento e respectivos controles

  - Subestação Primária Bandeirantes:

    Nesta unidade existem dois sistemas fixos de água para combate a incêndio, a saber:

    - Combate por rede de hidrantes, em todas as áreas - duas bombas principais e duas bombas tipo jóquei, associadas a pressostatos que garantem a automatização;
    - Combate por Combate por água nebulizada, dedicado exclusivamente às celas dos transformadores de entrada. Comandado por detecção térmica, onde um conjunto de sprinklers, especialmente dimensionado, está hidraulicamente conectado a um sistema de pressostatos e eletroválvulas responsáveis pelo acionamento do combate. Também, neste caso, há duas bombas principais de alta capacidade associadas a duas bombas jóquei as quais mantêm, de maneira permanente, as condições de pressurização do sistema.

- Estação Campo Belo

  Esta estação possui reservatório geral para água de consumo e incêndio ao nível do pavimento térreo, sendo necessária a utilização das seguintes soluções:

  – O automatismo para acionar as bombas principais do sistema de combate a incêndios utiliza duas bombas tipo jóquei, já que existem hidrantes nos acessos que não poderiam ser acionados por chave de fluxo;
  – Os acessos têm pontos de utilização de água de consumo que não podem contar com o abastecimento por gravidade e, desta forma, se adota um sistema hidropneumático para pressurizar esta parte da rede. O sistema dispõe de um reservatório de ar comprimido alimentado por bomba elétrica e controlado por pressostatos, o que garante continuamente a pressão de utilização da rede hidráulica nestes locais. O restante da estação é abastecido por gravidade.

3.7.8 Detecção e Combate a Incêndio

3.7.8.1 Geral

Sistema para detectar princípios de incêndios e emitir alarmes

a) Finalidade

Os Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio implantados na Linha 5-Lilás visam atender as seguintes necessidades:

- Detecção e Alarme de Incêndio;

- Proteção Passiva de Cabos de Energia (passivação);

- Compartimentação de Ambientes;

Os sistemas instalados obedecem às orientações da NBR 17240 – 2010 e regulamentações do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo.

b) O Sistema

Um Sistema de Detecção e Alarme de Incêndios é composto basicamente de um painel central de alarmes (PCA), onde se conectam redes dedicadas (laços) e, conectados a esses os equipamentos periféricos, que desempenham funções específicas, estão devidamente localizados e em quantidade suficiente para atender a cobertura total dos ambientes envolvidos.

c) Localizações

Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio são instalados nas estações do trecho Adolfo Pinheiro até Chácara Klabin, nos PV's/VSE's a elas associados, na Subestação Primária Bandeirantes e no Pátio Guido Caloi.

d) Equipamentos

– Painel Central de Alarme

Central de Alarme (PCA): nas estações, estão instaladas nas respectivas SSO's, são microprocessadas e através do software operacional monitoram e comandam pelos laços todos os periféricos envolvidos.

No caso da Linha 5-Lilás, nos locais considerados, cada laço de detecção obrigatoriamente retorna à central, configurando um loop que caracteriza os sistemas Classe A.

Nos PV's e VSE's os sistemas têm características próprias, estando diretamente vinculados aos sistemas de ventilação, comunicando dados à IHM – Interface Homem-Máquina – situada na estação de domínio e desta ao PCA.

Os sistemas são projetados considerando as condições de cada ambiente, tais como limpeza do local, velocidade e variação da velocidade do ar, trocas de ar previstas, e dificuldades de acesso para operações de combate a incêndio.

- Funcionalidades:

  Através de comunicação de dados o PCA sinaliza com indicação visual e sonora:

  – Funcionamento normal;
  – Verificação através do "display" o acesso remoto às condições de funcionamento dos periféricos;
  – Avaria geral;
  – Avaria no sistema de alimentação primária ou baterias;
  – Avaria de laço e por equipamento;
  – Falha, alarme e indicações de cada um dos detectores;
  – Falha, alarme e indicações de cada um dos acionadores manuais;
  – Sinaliza todas as falhas de sistema (falha de AC, falha de bateria, falha de linha aberta, falha de curto circuito, falha de fuga para a terra);
  – Dispõe de dispositivo de inibição do indicador sonoro, que permite sua reativação a partir de um novo evento;
  – Dispõe de teste para os indicadores luminosos e os sinalizadores acústicos;

– Dispõe de teste para cada entrada de linha, verificando a sinalização do alarme dos defeitos (linha aberta ou em curto) e processamento dos sinais até a saída.

- Alimentação elétrica:

É suprida pelo PESS (painel essencial);

Em caso de interrupção do fornecimento normal de energia em CA o sistema é alimentado automaticamente por um conjunto de fonte e baterias seladas;

Em condições normais de operação o conjunto de baterias permanece em regime de carga flutuante, por meio da fonte de alimentação:

A fonte possui um sistema de controle, e sinaliza individualmente a interrupção de fornecimento da alimentação normal;

Conforme Normas, a autonomia da fonte de alimentação com bateria é de 24 horas para condições de supervisão e 30 minutos em regime de alarmes, com todos os audiovisuais atuando.

A atuação dos detectores se dá com um tempo máximo de 30 segundos, conforme NBR17240 – 2010 (simulação por gás de teste ou soprador térmico), e a dos acionadores manuais é imediata.

– Periféricos

Os equipamentos periféricos usados são endereçáveis e separados em categorias, de acordo com sua função:

- Detectores de fumaça pontuais, de fumaça por aspiração/amostragem do ar, pontuais de temperatura, termovelocimétricos, sensores de chama, sensores de gases;
- Acionadores manuais de alarmes;
- Avisadores Audiovisuais;
- Módulos de comunicação para interação com outros sistemas e periféricos. São ativos (incumbidos de ligar/desligar outros equipamentos, tais como sistemas de combate, fechamento de portas corta fogo, atuação na linha de bloqueios, etc.), passivos (recebem informações via contatos NF/NA, de equipamentos que não são compatíveis com a linguagem da Central de Alarme, tais como detector de chama ou de gases, e alarmes dos sistemas de ventilação;

Particularidades:

- Nas estações está presente uma funcionalidade que visa atendimento às normas e IT's, que é comandar automaticamente a abertura dos bloqueios, caso haja um evento

de incêndio. Atua diretamente no PAB – Painel Alimentador dos Bloqueios, e é temporizada para permitir averiguação preliminar por parte dos operadores da estação.

- No Pátio Guido Caloi, dadas as sua dimensões e plantas, são empregados diversos painéis de detecção e alarme, interligados por rede de comunicação, de modo a permitir monitoração integral.
- Na Subestação Primária Bandeirantes o Painel de Detecção e Alarmes monitora também o sistema de combate por nebulização.

– Sistemas de Compartimentação/Passivação

A Compartimentação de Ambientes aplicada consiste no fechamento de todas as passagens de cabos/ou eletrodutos, shaft’s e prumadas para cabos, bandejamentos, tubulações e etc, ou qualquer abertura entre ambientes (no piso ou paredes), ocupadas ou não. Tem como finalidade confinar em um ambiente o fogo, a fumaça e os gases gerados em um incêndio.

As aberturas consideradas como de ventilação não são fechadas e casos específicos foram consolidados com o Metrô no transcorrer do processo.

A Proteção Passiva complementa a Compartimentação, consistindo na aplicação de uma pintura com características especiais, a qual forma uma camada isolante retardando o aquecimento e consequentemente a queima da isolação dos cabos, e evitando a propagação do incêndio. Esta proteção é aplicada em todos os locais onde ocorre a compartimentação com transposição de elementos de um ambiente para o outro.

Os materiais utilizados para a Compartimentação e Passivação de ambientes recebem, obrigatoriamente, laudos técnicos e certificados emitidos por laboratórios de notório conhecimento no assunto, e a empresa instaladora possui atestado de qualificação técnica do fabricante.

3.7.8.2 - Ambientes e respectivas proteções (de maneira geral)

– Porão de Cabos de Plataformas (detecção pontual/passivação/compartimentação);
– Porão de Cabos de Salas Técnicas (detecção pontual/compartimentação);
– Shaft’s de cabos (detecção pontual/compartimentação e passivação);
– Pisos Falsos (detecção pontual/compartimentação*);
– Salas Técnicas (detecção pontual/compartimentação);
– Salas Operacionais (detecção pontual/compartimentação*);
– Galerias de Cabos (detecção);

- Refeitórios (detecção pontual termovelocimétrica/compartimentação*);
- Salas de Lixo (detecção pontual/compartimentação*);
- Salas de Material de Limpeza (detecção pontual/compartimentação*);
- Sala do Grupo Gerador Diesel (detecção pontual de fumaça/temperatura/ chamas/compartimentação*);
- Bilheteria (detecção pontual);
- Salas de Supervisão Operacional (detecção pontual/compartimentação*);
- Escada Rolante (detecção pontual interna ao patamar superior).

  * Acionadores manuais de alarmes e avisadores audiovisuais estão localizados em todos os locais e sua distribuição busca atendimento completo às normas.

3.7.9 Central de Ar Comprimido do Pátio Guido Calói

Conjunto de equipamentos para compressão de ar e respectivos periféricos

a) Finalidade

A Central de Ar Comprimido implantada no Pátio Guido Caloi visa atender as necessidades das oficinas de trens e valas de manutenção do Bloco A.

b) O Sistema

A Central de Ar Comprimido do Pátio Guido Caloi compõe-se basicamente de:

- Três compressores de ar com motor elétrico acoplado;
- Painel Central de Comando – PCC-AR, providos de Chave Soft-Start;
- Um seletor de sequencia de partidas;
- Um reservatório de ar;
- Unidades purificadoras de ar comprimido;
- Rede de distribuição com acessórios.

Os cálculos para dimensionamento da Central levaram em conta as necessidades de número e localização de pontos e as demandas dos equipamentos em suas diversas configurações e potências, considerando fatores de simultaneidade e de utilização.

c) Equipamentos

Equipamentos de acionamento pneumático considerados: Furadeiras, lixadeiras, parafusadeiras pneumáticas, serras, motores pneumáticos, sopradores, martelo de forja, cortadores, pistolas de pintura e bicos de limpeza geral.

d) Locais de instalação dos equipamentos:Valas de manutenção 1, 2 3 e 4;Cabine de Lavagem; Oficina de Ar Condicionado;Oficina de Baterias;Oficina de Engates, Portas e Compressores; .Oficina de Motores;.Oficina de Pantógrafo; Oficina de Truques; Oficina Eletromecânica de Via Permanente e Sistemas; Oficina Eletrônica de Potencia; Oficina Eletrônica e Instrumentação; Oficina Pneumática.

e) Vazão necessária o Sistema:

A Central de Ar Comprimido tem três compressores e garante no mínimo uma vazão igual à de consumo simultâneo adotada, com dois compressores em operação, considerando o terceiro como reserva ativo do sistema, podendo então operar os três compressores simultaneamente em caso de vazão de consumo extraordinária.

Vazão nominal de três compressores funcionando simultaneamente (condição extraordinária de consumo): 32 m^3/h.

Para a operação das oficinas com fornecimento constante e linear de ar comprimido, o sistema é provido de reservatório para solucionar possíveis picos de consumo, equalizar as variações de pressão da linha e permitir controle da Central.

f) Características gerais dos equipamentos:

Os Motocompressores são do tipo rotativo por parafuso, de um estagio, com injeção de óleo, e possuem unidades resfriadoras de ar comprimido e de óleo.

A pressão nominal de trabalho é 7 bar, e a pressão máxima, 8 bar.

Utilizam motores elétricos de indução, rotores em gaiola, classe de proteção IP-54, isolação classe “F”, tensão de alimentação trifásica em 460 V, 60Hz.

As instalações obedecem às normas e são detalhadas em projetos, contendo todas as peças, tubulações, conexões e equipamentos envolvidos necessárias ao perfeito desempenho do sistema.

3.7.10 Carretas de Combate a Incêndio

Equipamento portátil sobre rodas para combate a incêndio

a) Finalidade

O Sistema de Carretas de Combate a Incêndio visa atender as seguintes necessidades: Combate a Incêndio em líquidos inflamáveis, tais como no Posto de Abastecimento e Depósito de Inflamáveis.

- Haverá duas unidades posicionadas em locais específicos no Pátio Guido Caloi.

b) O Sistema

Carreta portátil sobre rodas para geração de espuma própria para combate a incêndios em líquidos combustíveis e inflamáveis, por meio de mistura de água com o líquido gerador de espuma (LGE), manobrável por uma só pessoa. Provida de tanque, compartimento para alojamento da mangueira, proporcionador de linha, mangueira e esguicho lançador de espuma. É construída utilizando materiais resistentes mecanicamente e à corrosão.

c) Equipamentos

- Tanque: Fabricado em fibra de vidro reforçada com pintura na cor vermelha, com capacidade nominal para 130 litros de LGE, permitindo um tempo de operação de 10 minutos. O tanque é fornecido com bocal de enchimento, suporte para proporcionador de linha e tubo pick-up.

- Proporcionador: Fabricado em bronze, com engate rápido, com vazão nominal de 400 l/min. O proporcionamento é realizado através de um orifício fixo, calibrado.
- Esguicho Lançador de Espuma: Fabricado em latão cromado, com conexão de entrada com engate rápido, vazão nominal de 400 l/min, e taxa de expansão de 1:10, aproximadamente.
- Mangueira: Fabricada em fibra sintética com revestimento interno de borracha, 15 m de comprimento, dotada de engate rápido.

3.7.11 Balança Rodoviária do Pátio Guido Calói

3.7.11.1 Geral

Balança do tipo rodoviário, para pesagem de caminhões e carretas.

a) Finalidade

Avaliação e Controle das cargas que adentram por intermédio de veículos.

b) O Sistema

Plataforma apoiada em células de carga digitais interligadas a sistema de controle, e complementada por cancelas, posicionadores e semáforos.

3.7.11.2 Características e componentes principais

Descrição das características e componentes principais:

- Plataforma em concreto (concretada no local);

- Conjunto de células de carga digitais;
- Conjunto de Hardware e Software, aplicativo de controle e gerenciamento, com interface para a rede local;
- Impressora para emissão de relatórios;
- Nobreak com capacidade para manter ativo o sistema de controle e armazenamento de dados, em caso de falta de energia;
- Conjunto de sensores de posicionamento, cancelas, semáforos, sistema de identificação automática de veículos.

3.7.11.3 Requisitos de Desempenho

- A pesagem de caminhões e/ou carretas é executada de forma estática, e a capacidade máxima é para pelo menos 70 toneladas, com escala de medição de 10 em 10 Kg.
- Sistema de identificação automática de veículos;
- Aplicativo para cadastro de operadores, senhas, produtos, veículos, notas fiscais, etc.
- Emissão de diversas opções de relatórios;
- Interface com rede local (RS – 485);
- Tickets de pesagem configuráveis;
- Estimativa de peso por eixo;
- Controle de recebimento e expedição por peso;
- Dispositivo que garante o correto posicionamento do veiculo sobre a plataforma;
- Controle do carregamento do veiculo sobre a plataforma;
- Controle de cancelas e semáforos;
- A plataforma é embutida no piso, com dimensões de acordo com projeto executivo da obra civil;
- Proteção contra descargas atmosféricas;
- As células de carga atendem as seguintes condições:
- Sinal de saída digital;
- Autodiagnostico que permite a detecção de falhas;
- Blindagem contra radio-interferências e descargas atmosféricas;

– Calibração através de dados armazenados na memoria do sistema digital.

3.7.12 Posto de Abastecimento de Combustíveis

3.7.12.1 Geral

Conjunto de Posto de Abastecimento de Combustíveis e respectivo Reservatório

a) Finalidade

O Posto de Abastecimento de Combustíveis do Pátio Guido Caloi foi previsto para atender ao fornecimento exclusivo de gasolina e óleo diesel dos veículos comuns e também aos de vias.

b) O Sistema

O Posto de Abastecimento de Combustíveis possui duas bombas de abastecimento e adota um tanque aéreo bipartido com capacidade total de armazenamento de 15.000 litros de combustível, sendo 7500 l de gasolina e 7500 l de óleo Diesel.

Possui sistema de filtragem para o óleo Diesel, composto de filtro do tipo coalescente, para separação de água e/ou particulados, com capacidade para atender em pelo menos 150% a capacidade de vazão da bomba correspondente.

O projeto e a execução orientaram-se segundo normas técnicas expedidas pela

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e por diretrizes estabelecidas na

Resolução CONAMA n° 273 e pelo órgão ambiental competente (CETESB).

3.7.12.2 Equipamentos

a) Tanque: O tanque aéreo tem parede simples, fabricado e testado conforme normas e é dotado de válvulas para controle de vapores combustíveis. Possui alarme antitransbordamento interligado ao sistema geral de monitoramento do posto. Fica instalado em dique de contenção próprio, apoiado em berços apropriados acima do nível do solo, de modo a possibilitar inspeções e conta com uma plataforma de manutenção na parte superior.

b) As bombas, conexões e sistemas de filtragem: São providas de câmara de contenção estanque e impermeável (“sump”), com sensores de líquidos, interligados ao sistema de monitoramento de vazamentos. As bombas possuem válvulas de retenção nas saídas das mangueiras.

c) Monitoramento: O posto é monitorado por sistema eletrônico que permite, além de controle e verificação de estoque, o sensoriamento e alarme de eventuais vazamentos de produto.

d) Alimentação elétrica: Dispõe de um quadro alimentador de energia próprio, com recursos de rápida desenergização;

Foram previstas as proteções necessárias para os reservatórios tais como aterramento e proteção contra descargas atmosféricas.

e) Bombas elétricas: As bombas elétricas tem motor à prova de explosão, blindado, para trabalhos em regime intermitente, com unidade bombeadora tipo rotativa, corpo em ferro fundido, incorporando separador de ar em alumínio injetado.

O bloco medidor é protegido por camisas de aço inox, montadas em carcaça de alumínio injetado, totalizador eletrônico, filtro e válvula de retenção, bicos automáticos com mangueira nitrílica preta, com diâmetro adequado para o abastecimento.

3.7.12.3 Tratamento de Resíduos

As áreas de abastecimento dos veículos normais e de via, e as do reservatório de combustíveis são cobertas e contornadas por canaletas que recolhem as águas pluviais e de lavagem, conduzindo-as para um sistema de tratamento que inclui caixa módulo para pré-filtragem e caixa separadora de água/óleo.

Desta forma, e de acordo com a legislação, se evita que efluentes originados no posto sejam infiltrados no terreno e/ou cheguem às redes públicas de recolhimento de esgoto.

3.7.13 Iluminação e Tomadas

3.7.13.1 Geral

No sistema de iluminação e tomadas haverá aterramento para proteção dos equipamentos e das pessoas, com a utilização do condutor de proteção.

As luminárias serão modulares e possuirão suportes adequados para sua fixação, tal que permitirá a rápida remoção do conjunto para serviços de manutenção.

Toda alimentação das luminárias será em 220 Vca.

3.7.13.2 Iluminação e Tomadas de Via

As tomadas ao longo das vias serão trifásicas em 220 Vca e instaladas a cada 30 m, e em 460 Vca a cada 90 m.

Como critério geral, para o circuito que alimenta as luminárias e tomadas de vias, considera-se o limite das estações adjacentes, ou seja, metade do trecho entre duas estações.

As luminárias dos túneis serão blindadas à prova de jato d’água (IP-65) e instaladas a 2,20 m acima da passarela de emergência, respeitando sempre o gabarito dinâmico do trem. Na região de desvio de via (AMV), haverá um sistema de iluminação adicional, com luminárias blindadas à prova de jato d’água (IP-65) com comando local.

Na condição de emergência, 100% do sistema de iluminação será alimentado pelo Grupo Gerador Diesel, que permanecerá aceso na sua totalidade.

3.7.13.3 Iluminação e Tomadas da Estação

As tomadas da estação serão em 127 Vca para as áreas operativas e de manutenção, e em 220 Vca para usos específicos, como chuveiros e equipamentos de cozinha.

Na condição de emergência, 50% do sistema de iluminação será alimentado de forma intercalada pelo Grupo Gerador Diesel.

Haverá um sistema independente de iluminação de balizamento em toda a Estação, que inclui áreas públicas, operacionais e técnicas. A alimentação deste balizamento será em 125 Vcc.

3.7.13.4 Iluminação das Saídas de Emergência

Na condição de emergência, 100% do sistema de iluminação será alimentado pelo Grupo Gerador Diesel.

3.7.13.5 - Iluminação e Tomadas do Pátio

Nas oficinas e valas de manutenção, as tomadas instaladas para diversos equipamentos serão em tensões de 127 Vca, 220 Vca, 380 Vca e 460 Vca, conforme necessidades de cada área e do "layout".

No estacionamento de trens, sob as plataformas de serviços, haverá tomadas de manutenção bifásicas (2F+T) e trifásicas (3F+T).

Nas áreas operacionais, técnicas, administrativas e escritórios as tomadas serão em 127 Vca e 220 Vca, conforme necessidade da utilização em cada ambiente.

Na condição de emergência, 50% do sistema de iluminação dos edifícios e oficinas será alimentado de forma intercalada pelo Grupo Gerador Diesel.

Haverá um sistema independente de iluminação de balizamento para as salas técnicas, com alimentação em 125 Vcc. Para as demais áreas (edifícios administrativos, oficinas, almoxarifados e outros), haverá unidades autônomas.

3.7.14 Portas de Plataforma – PSD

3.7.14.1 Características Técnicas e Funcionais

Este sistema é composto basicamente por Portas Deslizantes Motorizadas, Portas de Emergência, Portas de Final de Plataforma, Painéis Fixos, Painéis de Alimentação e Painéis de Controle Local e

Central, cujas Portas Deslizantes abrem e fecham em sincronismo com as portas do trem estacionado na plataforma.

O Sistema de Portas de Plataforma (PSD) tem como objetivo principal:

- otimizar as operações de embarque, desembarque e movimentação dos trens na região das plataformas;
- aumentar os níveis de segurança dos usuários nas plataformas;
- restringir somente para as pessoas autorizadas o acesso às regiões das vias.
- O projeto do Sistema PSD contempla com os seguintes requisitos:
- material da estrutura e do acabamento resistente à corrosão, com vida útil mínima de 30 (trinta) anos;
- comandos, indicações, registros operacionais e controles necessários entre o Sistema de Sinalização e o Sistema PSD.
- monitoramento pelo Centro de Controle Operacional, sendo trocados entre eles indicações, alarmes e diagnósticos.
- fachada de portas com 2,50 m de altura;
- portas deslizantes duplas, cujos eixos coincidam com os eixos das portas dos trens;
- fechamento dos painéis em vidro temperado transparente;
- transparência nas fachadas;
- sincronismo com as portas do trem estacionado na plataforma;
- dispositivos para abertura de portas em casos de emergência pelo lado da via e pelo lado da plataforma;
- não permitir pessoas entre o trem e a fachada PSD após o fechamento das portas;
- partida do trem somente após as condições de segurança satisfeitas.
- painéis e portas da fachada permitem adequado acesso a todas as fechaduras de abertura manual de porta do trem e demais pontos operacionais localizados no lado externo das caixas dos trens.
- subsistema auxiliar que possibilita abertura e fechamento automático das portas de plataforma após a confirmação da correta posição do trem independentemente do Sistema de Sinalização. Este sistema operar como “backup” da interface com o Sistema de Sinalização.
- a PDM possui dispositivo mecânico de segurança que impeça usuários (adulto ou criança) de se posicionarem no vão entre porta do trem e PDM quando a PDM estiver em movimento de fechamento ou quando a PDM se encontrar fechada e a porta do trem aberta. Caso algum usuário fique preso nesse vão, o Sistema PSD não deve gerar o sinal de “todas as portas fechadas e travadas”, inibindo a partida do trem.

- função reciclo da porta, caso um obstáculo seja detectado e que impeça o seu fechamento.
- hardwares e softwares relacionados às funções de Segurança (críticas ou vitais) utilizam o conceito de falha segura (“fail-safe”), atendendo ao “Safety Integrity Level” 3 (SIL 3)

3.7.14.2 Descrição geral do sistema

Os elementos abaixo são essenciais à função. As suas principais dependências e condições funcionais estão descritas abaixo.

CBTC

Sala de controle central

SSE

OVPD

PCC

Via 1

Controle central

&

Via 2

Controle central

&

Sala do equipamento técnico

Via 1

Sensores

AUX_{BK}

PDM (MCP)

PCM

PFP

PEE

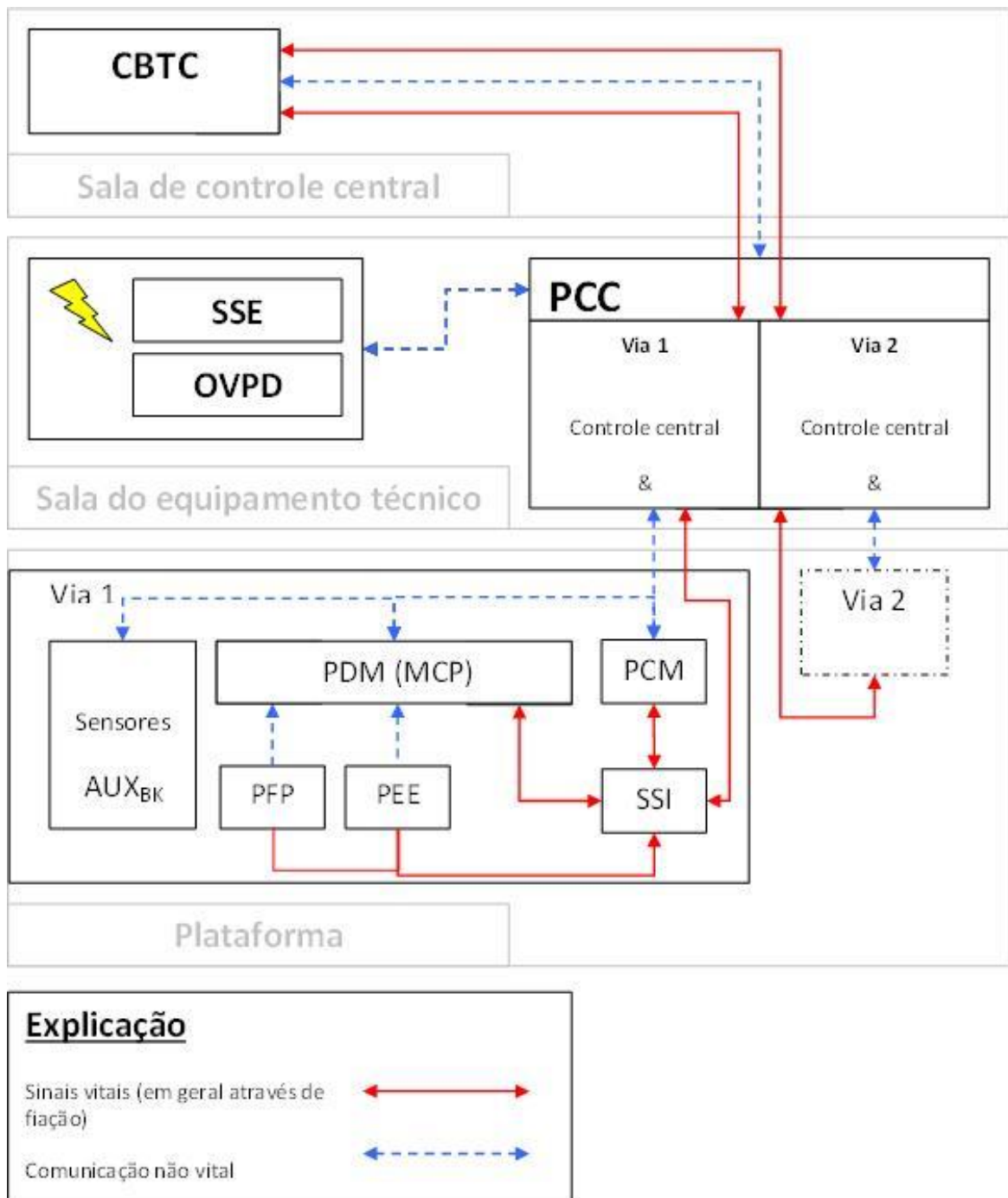
SSI

Via 2

Plataforma

Explicação

Sinais vitais (em geral através de fiação)

Comunicação não vital

Para ilustrar a funcionalidade do sistema, a figura acima mostra o fluxo dos sinais do PSD. Distingue-se entre a comunicação relacionada à segurança e a comunicação não relacionada à segurança, além de orientar a localização dos subsistemas na comunicação.

No PCC é realizado o controle do sistema PSD, a comunicação com o sistema CBTC e com todos os periféricos. São também ligados ao PCC a alimentação de força (SSE) e o dispositivo de proteção contra sobre tensões (OVPD).

A troca de dados entre SSE, OVPD e PCC limita-se a uma comunicação da condição geral de consumo de corrente elétrica e o status de erro.

Na plataforma, são listados os principais componentes:

- Sistema Backup (AUXBK), que permite operar as portas automaticamente em caso de falha entre a PSD e o CBTC.
- Porta automática de plataforma (PDM), que permite o fluxo principal de pessoas.
- Porta de emergência (PEE) e a porta de extremidade de plataforma (PFP).
- Painel de controle manual (PCM), que permite operar e receber indicação das portas de plataforma no local.

3.7.14.3 - Modos de controle

Para suportar a funcionalidade do sistema, estão implementados três modos de controle, com a seguinte prioridade:

1. Modo de controle manual - para operar localmente por um PCM.
2. Modo de controle doortronic - para operar através de um sistema auxiliar “backup”, independente dos comandos pelo sistema auxiliar.
3. Modo de controle auxiliar - para operar através do sistema de controle central e pelo controle do trem.

3.7.14.4 - Portas deslizantes ativas (PDM)

A sua função principal é assegurar o fluxo de pessoas entre o trem e a plataforma. A PDM pode ser aberta e fechada nos três modos de controle. Uma abertura da porta só é permitida quando habilitada, de modo a impedir uma abertura involuntária.

A porta envia seu estado de fechada e travada para que o sistema de controle do trem, para que o trem possa se movimentar.

3.7.14.5 - Descrição do modo de operação PDM

A PDM tem diferentes modos de operação:

- Modo Automático - possível apenas operação central
- Modo Local - possível apenas operação local
- Modo Isolado - sem possibilidade de operação da porta
- Modo Manutenção - possível apenas operação local

O descritivo funcional dos modos de controle da PDM são:

Modo Automático:

- a porta está pronta para reagir a comandos centrais
- comandos manuais local (LCB) são ignorados
- o circuito de segurança para esta porta está ativado (PSD não libera o trem se mover na estação se a porta estiver aberta).

Modo Local:

- a porta está pronta para reagir a comandos manuais local
- comandos central são ignorados
- o laço do circuito de segurança para esta porta está aberto (PSD não libera a movimentação do trem na plataforma)

Modo isolada (porta fora de serviço):

- comandos central são ignorados
- comandos manuais local são ignorados
- o circuito de segurança para esta porta está desativado (PSD não atua no movimento do trem na estação mesmo se a porta não estiver fechada)
- em caso de falha da porta, o sistema PSD não é interrompido, mas o circuito de segurança da porta em falha não tem atuação
- o motor de acionamento da porta é parado e o controle do motor é inibido.

Modo Manutenção:

- A porta está pronta para reagir a comandos manuais local
- comandos central são ignorados
- o circuito de segurança para esta porta está desativado (PSD não atua no movimento do trem

na estação mesmo se a porta não estiver fechada)

- este modo permite a manutenção ou reparo local em caso de falha, sem ter qualquer influência adicional sobre o sistema. Neste modo, o circuito de segurança não tem atuação.

A ativação dos modos Isolada ou Manutenção são especialmente críticos à segurança, pois o circuito de segurança não tem atuação na movimentação do trem na estação.

No processo de fechamento das portas, caso um obstáculo no caminho de umas das portas seja detectado e cuja força de fechamento exceda o limite ajustado por mais de 100 ms, inicia-se o reciclo dessa porta. Após a porta abrir, inicia-se um tempo de espera ajustável 2 a 10 segundos e novamente o fechamento, agora com a função de detecção de obstáculos ativada.

3.7.14.6 Processo de abertura em emergência

A PDM possui dispositivo de destravamento mecânico, que através do acionamento do manípulo de emergência, é possível deslizar a porta, abrindo-a na falta de energia elétrica.

Na situação da porta estar energizada e ser destravada pelo mecanismo de emergência, a movimentação da abertura da porta passa a ser automática.

3.7.14.7 Porta de saída de emergência (PEE)

Os estados da PEE são os seguintes:

- PEE fechada e travada
- PEE aberta
- PEE falha

O módulo de controle da porta (MCP) somente realiza monitoramento e diagnóstico do estado da PEE. O estado da PEE é incluído na sinalização da PDM.

3.7.14.8 Porta de extremidade de plataforma (PFP)

Os estados da PFP são os seguintes:

- PFP fechada e travada
- PFP aberta
- PFP falha
- PFP isolada

O MCP somente realiza monitoramento e diagnóstico do estado PFP.

O estado isolado da PFP pode ser ativado ou inibido.

3.7.14.9 Painel de controle manual (PCM)

O painel de controle manual PCM permite o modo de controle manual da PSD. Este painel está instalado nos extremos de cada plataforma.

Neste painel, o operador tem as seguintes operacionalidades:

- Ativar / desativar o modo Manual
- Ativar / desativar o modo Backup
- Abrir e fechar as portas.

O PCM possui uma interface gráfica do estado da PSD, que são:

- Estado individual de abertura e fechamento de PDM
- Resposta individual de reversão de PDM
- Falha geral de PDM
- Estado individual de PEE
- Estado individual de abertura e fechamento de PFP
- PCM ativo
- AUXBK ativo
- Mensagens de falhas diagnosticadas no sistema
- Identificação das falhas diagnosticadas dos componentes do sistema PSD

3.7.14.10 Painel de Controle Central (PCC)

O Painel de controle central PCC, localizado na sala técnico da estação, é responsável pela interface com o operador. Possui uma interface gráfica que monitora e controla cada lado da plataforma:

- Estado individual de abertura e fechamento de PDM
- Resposta individual de reversão de PDM
- Falha geral de PDM
- Estado individual de abertura e fechamento de PEE
- Estado individual de abertura e fechamento de PFP
- Configuração da PDM
- PCM ativo
- AUXBK ativo

- Mensagens de falhas diagnosticadas no sistema
- Identificação das falhas diagnosticadas dos componentes do ambiente PSD
- Registro de eventos do sistema PSD
- Comandos atuais dos diferentes sistemas

3.7.14.11 Modo de operação em Back Up

No caso de falha da interface entre PSD e CBTC, o processo de automatismo da PSD não funcionará. Para este cenário há o sistema Backup (AUXBK).

Este sistema substitui os sinais enviados pelo CBTC, para abertura e fechamento automático das portas, que funciona completamente independente da Sinalização e do trem.

A principal tarefa do AUXBK é a detecção da posição correta e do movimento das portas do trem.

A comutação entre a utilização dos sinais do CBTC ou do AUXBK é realizado através de comando por chave, instalada no PCM, que aciona o relé de comutação da entrada de sinal vital, de automático (CBTC) para Backup (AUXBK).

O sistema de Backup é alimentado pelo PSD

O sistema de contador de eixos, que detecta o ponto de parada do trem alinhado na plataforma, está instalado ao longo da via da região da plataforma.

Para detectar o estado das portas do trem, é utilizado um sistema ótico fixado acima da PDM.

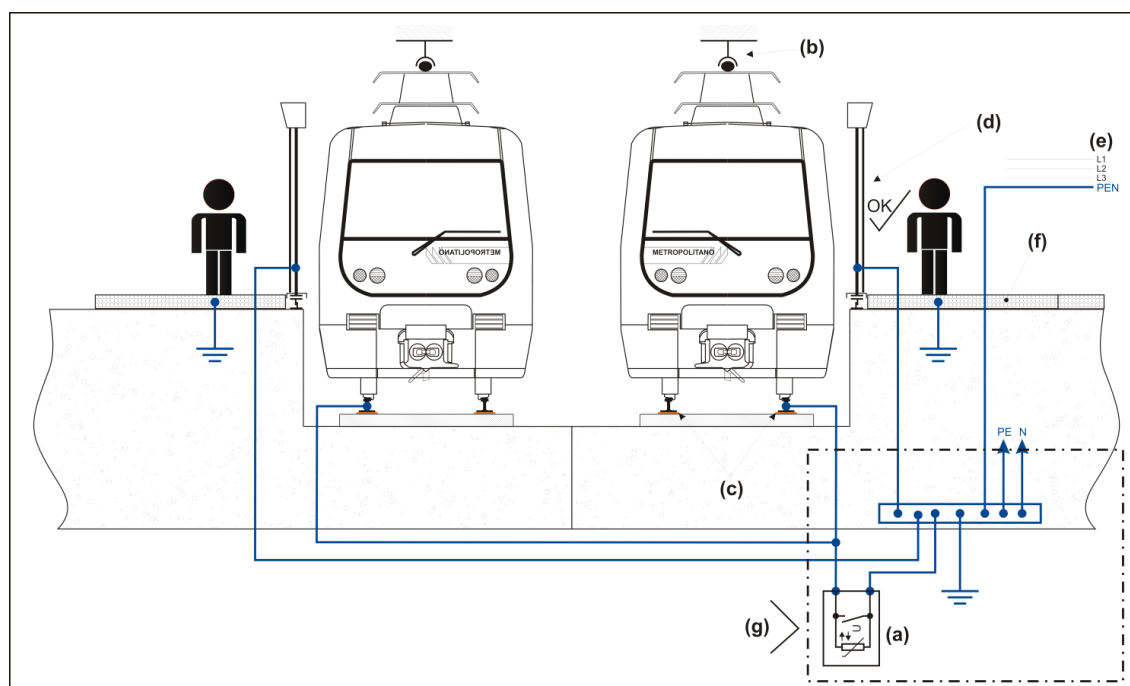
O sistema óptico detecta os seguintes movimentos:

- abertura das portas do trem;
- fechamento das porta do trem.

A tolerância da posição de parada do trem para leitura do estado das portas é de ± 25cm.

3.7.14.12 Princípios de aterramento e proteção da fachada da PSD na estação

A estrutura e equipamentos do Sistema PSD estão ligados ao terra estrutural da estação TEE, e a estrutura do trem ao terra da via TV. Para evitar expor as pessoas a níveis de tensão que possam causar risco à saúde, o Sistema PSD possui um dispositivo OVPD (Dispositivo de Proteção Contra Sobre Tensão) que monitora continuamente a tensão entre o terra da via e o terra da estação. Caso a diferença entre ambos exceda um valor definido pela norma EN 50122-1, o dispositivo gera um curto entre os terras por 10 segundos. Após esse tempo, o OVPD abre o contato e mede a tensão novamente. Caso a tensão se manter a um nível alto, o OVPD volta a fechar o contato novamente. Este procedimento se repetirá por 1 a 10 vezes, conforme programação. Se a tensão ainda exceder o valor ajustado, o OPVD fecha o contato continuamente e gera um alarme.

Por requisito de segurança, todos os equipamentos e dispositivos do Sistema PSD são alimentados em 24Vcc e 48 Vcc, isolados e não aterrados com os outros circuitos de potência (arquitetura TI).

(a): Dispositivo de proteção contra sobre tensões (OVPD)

(b): Catenária

(c): Isolação da via

(d): Fachada PSD

(e): Abastecimento público de energia

(f): Acabamento do piso

(g): Correntes de fuga / parasitas entre os aterramentos (TEE e TV) são evitadas porque o OVPD é tipicamente aberto / tem uma alta impedância.

4. DIRETRIZES TÉCNICAS PARA ATUALIZAÇÃO E AQUISIÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS

Sempre que houver necessidade de alterações de projeto devido a modificações e/ou atualização tecnológica, assim como no caso de implantação ou aquisição de novos equipamentos, sistemas, material rodante ou instalações, ou mesmo no caso de modificações que alterem indicadores de desempenho, características e/ou requisitos dos sistemas, será necessário comunicar previamente o PODER CONCEDENTE ou seu preposto para avaliação e autorização.

Os sistemas e equipamentos a serem alterados, modificados, atualizados, fornecidos e implantados devem respeitar as normas, regulamentos e legislações vigentes no âmbito municipal, estadual e federal. Além disso, as alterações e/ou modificações devem ser compatíveis com a arquitetura e características civis existentes.

É de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a tramitação para aprovação de documentos técnicos e instalações pertinentes, junto aos órgãos fornecedores, controladores ou fiscalizadores (DSV, CET, Corpo de Bombeiros, Contru, SVMA, CAIEPS/CTLU, CONDEPHAAT, CONPRESP, IPHAN, DAEE, DNPM, entre outras entidades).

A CONCESSIONÁRIA deverá providenciar a elaboração dos Projetos Básicos e Executivos de todos os equipamentos e sistemas a serem modificados ou incorporados, sendo a CONCESSIONÁRIA a responsável técnica pela modificação.

Todos os Projetos Básicos e Executivos a serem atualizados e/ou adquiridos pela CONCESSIONÁRIA devem atender às Diretrizes e Requisitos de Sistemas e Material Rodante para a Linha 5 – Lilás (DT-5.89.XX.XX/3XX-001), à legislação vigente e às normas técnicas aplicáveis.

Toda a documentação técnica deve ser escrita em Português - Brasil.

O conteúdo dos documentos técnicos e sua codificação devem estar em conformidade com os seguintes documentos:

- MAN-10-202 – Elaboração e Fornecimento da Documentação Técnica de Sistemas, Equipamentos e Instalações;
- MAN-10-200 – Aplicação dos Códigos de Trechos, Subtrechos e Unidades de Construção Utilizados em Documentos Técnicos.

5. SISTEMAS EM FORNECIMENTO, IMPLANTAÇÃO E COMISSINAMENTO

Durante a fase de Transição Operacional e operação comercial plena pela CONCESSIONÁRIA do trecho Capão Redondo a Adolfo Pinheiro estará ocorrendo simultaneamente a conclusão das instalações de equipamentos e sistemas, a entrega de parte da nova frota de trens (Frota P), bem como o comissionamento dos sistemas de Sinalização e Controle, de Controle Centralizado, de Telecomunicações, de Alimentação Elétrica, Auxiliares e de parte das frotas de trens. A conclusão das instalações e o comissionamento estarão ocorrendo no trecho Capão Redondo a Adolfo Pinheiro, nos pátios Capão Redondo e Guido Calói e no Centro de Controle Operacional da Linha 5 – Lilás (CC5).

As atividades de instalação e de comissionamento dos sistemas e material rodante (frotas de trens e veículos de manutenção), necessárias à colocação em funcionamento da Linha 5 – Lilás em suas etapas de operação, demandarão acesso às vias, pátios, salas técnicas e operacionais, trens, no CC5 e demais localidades onde existam equipamentos e sistemas em implantação. Para isso será necessário que a CONCESSIONÁRIA disponibilize esses acessos à CMSP e aos fornecedores e subfornecedores que estão fornecendo e implantando e instalando os sistemas da Linha 5 – Lilás.

Para que a conclusão das instalações e o comissionamento dos sistemas da Linha 5 – Lilás e eliminação de eventuais pendências ocorra nos prazos estipulados será necessário que a CONCESSIONÁRIA conceda os acessos constantes do plano de trabalho a ser consolidado entre as partes durante a fase de transição operacional. Esse plano de trabalho será atualizado de acordo com o andamento das atividades de instalação e comissionamento.

Depois da conclusão das instalações e comissionamento deve ser considerado pela CONCESSIONÁRIA que existirá um período de tempo para a retirada de pendências não impeditivas e, para isso, será necessário à disponibilização à CMSP e aos fornecedores de equipamentos e sistemas acesso aos equipamentos e aos locais de instalação. Deve ser previsto também a disponibilização pela CONCESSIONÁRIA de infraestrutura necessária para realização das atividades, como por exemplo, o fornecimento de água e energia elétrica, área de apoio para guarda de materiais etc.

6. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

6.1 Normas Técnicas

Sempre que os requisitos técnicos implementados nos sistemas entregues à CONCESSIONÁRIA forem mais restritivos que os estipulados pelas Normas, estes devem ser considerados para os casos de alteração, modificação, atualização tecnológica e/ou implementação de sistemas.

Nos casos onde houver conflitos de requisitos entre normas, prevalecerá a que tiver o requisito mais restritivo. Quando as Normas forem omissas ou não houver menção específica, podem ser utilizadas outras Normas de órgãos internacionais, desde que seja submetido ao PODER CONCEDENTE ou seu preposto.

As normas devem ser consideradas na sua versão atualizada por ocasião do projeto e implantação.

Para fins de projeto, matéria-prima, fabricação, ensaios, inspeção, testes, certificação, instalação e montagem, devem ser obedecidas as normas e recomendações estabelecidas pelas seguintes entidades normativas:

- AAR – “Association of American Railroads”
- ABNT – “Associação Brasileira de Normas Técnicas”;
- AIEE – “American Institute of Electrical Engineers”;
- AISI- American Iron and Steel Institute;
- AMCA - Air Moving and Conditioning Association;
- ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações.
- ANSI – “American National Standards Institute”;
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
- ASTM – “American Society for Testing and Materials”;
- AWS – “American Welding Society”;
- BSI – “British Standards Institution”;
- CECC – “CENELEC Electronic Components Committee - Rules and Administrative Documents Collection”;
- CEN – “Comité Européen de Normalisation”;
- CENELEC – “European Committee for Electrotechnical Standardization”;
- CMMI-DEV – Capability Maturity Model Integration (CMMI), CMMI for Development - Version 1.2, CMU/SEI-2006-TR-008.
- CMU/SEI – “Carnegie Mellon University / Software Engineering Institute”;
- DIN – “Deutsches Institut für Normung”;
- EIA – “Electronic Industries Association”;

- EN - “European Standards”;
- IEC – “International Electrotechnical Commission”;
- IEEE – “Institute of Electrical and Electronics Engineers”;
- ISO – “International Standard Organization”;
- ITU – “International Telecommunication Union”;
- MIL – “Military Standards”;
- MODBUS-IDA - Modbus Organization;
- NEC – “National Electrical Code”;
- NEMA – “National Electrical Manufacturers Association”;
- NFPA – “National Fire Protection Association”;
- ODVA - Open DeviceNet Vendor Association;
- SCAMPI – Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) A, Version 1.2: Method Definition Document, CMU/SEI-2006-HB-002.
- SGK – "Schweizerische Gesellschaft für Korrosionsschutz";
- SMACNA - Sheet, Metal and Air Conditioning National Association.
- TIA – “Telecommunications Industry Association”;
- UIC – “Union Internationale dês Chemins de Fer”;
- UL – “Underwriters Laboratories”;
- VDE – “ Verband Deutscher Elektrotechniker”;
- VDV – “Verband Deutscher Verkehrsunternehmen”.

6.2 Disponibilização de Documentos

A CONCESSIONÁRIA deve elaborar e disponibilizar para o PODER CONCEDENTE, ou seu preposto os documentos correspondentes à intervenção proposta / implementada, bem como de toda e qualquer atualização.

Todos os documentos devem ser fornecidos em arquivo digital no formato PDF-A, assinados digitalmente e em arquivo editável.

6.3 Entrega de Documentos Técnicos

A CONCESSIONÁRIA deve entregar ao PODER CONCEDENTE, ou preposto designado, toda a documentação técnica elaborada em função de alteração, modificação, atualização tecnológica e/ou implementação de sistemas/material rodante imediatamente após a conclusão da implantação.

Todos os documentos devem ser entregues em sua revisão mais atualizada, que deve refletir as condições dos sistemas e equipamentos e garantir o atendimento aos seguintes requisitos:

- Promover o perfeito entendimento das características e funcionalidades dos sistemas e equipamentos em operação;
- Fornecer subsídios para manutenção e operação desses sistemas e equipamentos;
- Registrar a origem e responsabilidade técnica pelos sistemas e equipamentos;
- Registrar o que está efetivamente instalado e em operação.
- Transferência de licenças.